Bahía de los Ángeles:
recursos naturales y comunidad
Línea base 2007

Gustavo D. Danemann y Exequiel Ezcurra (editores)

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología
Pronatura Noroeste A.C.
San Diego Natural History Museum

Copyrighted material

Mapa de la página anterior:
Socorro Muñoz, Centro Pronatura de Información
para la Conservación, Pronatura Noroeste AC

Copyrighted material

Bahía de los Ángeles

Copyrighted material

Copyrighted material

BAHÍA DE LOS ÁNGELES:

RECURSOS NATURALES Y COMUNIDAD

LÍNEA BASE 2007

Gustavo D. Danemann
y Exequiel Ezcurra
(editores)

Pronatura Noroeste AC
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología
San Diego Natural History Museum

Copyrighted material

La edición de este libro no hubiera sido posible sin el apoyo
de The David and Lucile Packard Foundation,
The Sandler Family Supporting Foundation, The Marisla Foundation,
The International Community Foundation,
y The Pew Fellows Program in Marine Conservation.
A todos ellos queremos manifestarles nuestro más profundo agradecimiento.

Primera edición: marzo de 2008

D.R. © Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat)
Blvd. Adolfo Ruiz Cortines 4209. Col. Jardines de la Montaña
C.P. 14210. Delegación Tlalpan, México, D.F.
www.semarnat.gob.mx

Pronatura Noroeste A.C.
Calle Décima Nº 60, Zona Centro
Ensenada, Baja California. CP 22800, México
Tel. (646) 175 7160
www.pronatura-noroeste.org

San Diego Natural History Museum
1788 El Prado. San Diego, California 92101, EUA
www.sdnhm.org

Instituto Nacional de Ecología (ine-Semarnat)
Periférico sur 5000, colonia Insurgentes Cuicuilco,
C.P. 04530. México, D.F.
www.ine.gob.mx

Traducción, revisión y preparación de originales: Manuel Gardea Ojeda
Diseño portada: Álvaro Figueroa
Foto de la portada: Inés Aramburo
Edición para internet: Susana Escobar Maravillas

ISBN: 978-968-817-891-1
Impreso en México • *Printed in Mexico*

Copyrighted material

Dedicado a la memoria de Benjamín Casillas López

Copyrighted material

Copyrighted material

Índice

Presentación 13
Exequiel Ezcurra y Gustavo D Danemann

Primera parte. Aspectos físicos

1 Geología 19
Luis A Delgado-Argote

2 Oceanografía 45
Saúl Alvarez-Borrego

3 Clima 67
Tereza Cavazos

Segunda parte. Aspectos históricos

4 Paisajes culturales 93
Patricia Aceves-Calderón y Hugo Riemann

5 Arqueología 119
Thomas Bowen, Eric W Ritter y Julia Bendímez-Patterson

Copyrighted material

6 Reseña histórica 147
Carolina Shepard-Espinoza y Gustavo D Danemann

Tercera parte. Aspectos bioecológicos

7 Macroalgas 181
I Pacheco-Ruíz, JA Zertuche-González, J Espinoza-Ávalos, R Riosmena-Rodríguez, L Galindo-Bect, A Gálvez-Télles, AE Meling-López y J Orduña-Rojas

8 Vegetación terrestre 215
Hem Nalini Morzaria-Luna y Sergio A Barocio-León

9 Humedales 243
Hem Nalini Morzaria-Luna y Gustavo D Danemann

10 Corales pétreos 291
Héctor Reyes-Bonilla, Saúl González-Romero, Gabriela Cruz-Piñón y Luís E Calderón-Aguilera

11 Opistobranquios 319
Hans Bertsch

12 Equinodermos 339
María Dinorah Herrero-Pérezrul, Héctor Reyes-Bonilla, Adriana González-Azcárraga, Carlos E Cintra-Buenrostro y Aracely Rojas-Sierra

13 Tiburón ballena 363
Natalie Rodríguez-Dowdell, Roberto Enríquez-Andrade y Nirari Cárdenas-Torres

14 Peces arrecifales 385
Carlos Viesca-Lobatón, Eduardo F Balart, Alonso González-Cabello, Ismael Mascareñas Osorio, Octavio Aburto-Oropeza, Héctor Reyes-Bonilla y Esteban Torreblanca

Copyrighted material

15 Recursos pesqueros 429
Víctor M Valdez-Ornelas, Octavio Aburto-Oropeza, Esteban Torreblanca-Ramirez, Gustavo D Danemann y Ricardo Vidal-Talamantes

16 Tortugas marinas 457
Jeffrey A Seminoff, Antonio Reséndiz, Beatriz Jiménez de Reséndiz, Wallace J. Nichols y T Todd Jones

17 Herpetofauna terrestre 495
Robert Lovich y Clark R Mahrdt

18 Aves acuáticas 523
Daniel W Anderson y Eduardo Palacios

19 Ballenas y delfines 563
Gisela Heckel, Paloma Ladrón de Guevara y Lorenzo Rojas-Bracho

Cuarta parte. Aspectos socioeconómicos

20 Pesca ribereña 603
Gustavo D Danemann, Esteban Torreblanca-Ramírez y Fermín Smith-Guerra

21 Pesca deportiva 631
Esteban Torreblanca, Socorro Muñoz, Gustavo D Danemann y Fermín Smith-Guerra

22 Servicios turísticos 657
Benjamín Casillas-López y Gustavo D Danemann

23 Tenencia de la tierra y conservación de tierras privadas 679
Miguel Á Vargas, Fernando Ochoa y Gustavo D Danemann

24 Conservación ecológica 695
Gustavo D Danemann, Exequiel Ezcurra y Enriqueta Velarde

Copyrighted material

Los autores 731

Revisores científicos 737

Copyrighted material

Presentación

Desde allá arriba, el Cerro de la Libertad vigila la península. Difícilmente le quedaría un nombre mejor; parece tener el más apropiado que nadie pudiera imaginar. Con sus 1600 metros de altura, se alza imponente sobre la Bahía de los Ángeles. Desde allá arriba podemos sentir la altura y la brisa como si estuviéramos volando, libres, exultantes. Nos podemos parar sobre la divisoria de aguas y otear al mismo tiempo el Pacífico y el Golfo de California. En una cuestión de unos pocos metros, la cumbre más alta divide dos cuencas tajantemente distintas: Al oriente, el abrupto cantil que desciende vertiginoso hacia la región de las Grandes Islas en el Golfo de California; al occidente, una pendiente más suave desciende gradualmente hacia las planicies costeras del Pacífico. Entre estos chaparrales de altura, uno no puede dejar de pensar en el destino de las tempestades de invierno y los chubascos de verano que traen precipitación a la sierra. Unos pocos centímetros hacia el sol naciente, y la gota de lluvia engrosará con su diminuta contribución los caudales que bajan, tumultuosos y efímeros, hacia la costa del golfo. Unos pocos centímetros hacia el poniente, y la gota descenderá por arroyos y cauces, entre palmares y rocas, hasta hundirse en los sedimentos del desierto central, alimentando el precioso tesoro de agua de los acuíferos peninsulares.

Algo similar ocurre con las sociedades humanas; una pequeña variación en decisiones cruciales puede llevar el camino de la historia por avenidas

Copyrighted material

totalmente distintas. La clave del éxito y del bienestar futuro para cualquier grupo humano radica en su capacidad para ver anticipadamente esas disyuntivas, de entender esas bifurcaciones, de captar en todo su peso la gravedad futura de decisiones aparentemente insignificantes. Porque hay momentos críticos en los que una comunidad, una sociedad, o un país entero deben tomar decisiones que pueden cambiar su futuro para siempre; son los momentos en los que vemos frente a nosotros una bifurcación, una especie de *y*-griega dibujada en el espacio de las determinaciones y los valores. Son los momentos en los que los grupos humanos deben elegir entre una cómoda mediocridad o una difícil aventura, entre el dejar hacer o el convertirse en protagonistas y artífices de su propio destino. Un momento así está transcurriendo en estos instantes en Bahía de los Ángeles, y también en todas las costas de la Baja California.

Por un lado, la comunidad y la gente de Bahía de los Ángeles representan uno de los grupos humanos en la península más arraigados en el uso apropiado de sus recursos naturales, más asentados en una tradición de vida de cara al golfo, a las islas, a los elementos. Arraigados a la vida que obtienen del mar y del desierto, vinculados por décadas a conservacionistas, científicos y exploradores de naturaleza, los pobladores de Bahía de los Ángeles forman una comunidad única, un modelo mundial de desarrollo en armonía con el ambiente.

Pero por otro lado, las mismas presiones del desarrollo que se hacen sentir en toda la península se hacen sentir también, y con particular fuerza, en esta hermosa bahía. Las demandas para la compra de tierras ejidales, la construcción de grandes hoteles y el desarrollo de instalaciones orientadas al turismo masivo, ya han impactado a la región con toda su crudeza. La globalización económica ha llegado. Junto con ella, la promesa de riquezas fáciles y rápidas para aquellos que venden sus parcelas aparece, amenazadora, en el horizonte como una tentación de inmensa gravitación para todos los habitantes tradicionales de la bahía.

Y en estos dos modelos está planteada la dolorosa disyuntiva que se presenta frente a los habitantes de la región: ¿Qué futuro desean los pobladores de la bahía? ¿Un futuro modesto, a veces económicamente estrecho, pero en el que los pobladores locales mantienen el control de su propio destino y su relación con la naturaleza? ¿O un futuro de riquezas adminis-

Copyrighted material

tradas por desarrolladores e inversionistas, en el los recursos financieros fluyen en mayor cantidad pero bajo el control de terceros, y donde el espléndido medio ambiente de la región corre el riesgo de verse rápidamente deteriorado para siempre?

La interrogación no es retórica ni ociosa; basta ver los cambios que han ocurrido en el corredor costero entre Tijuana y Ensenada, o en Puerto Peñasco, Sonora, y compararlos con el todavía tradicional trazado y el transcurrir tranquilo del poblado de Bahía de los Ángeles, para darse cuenta que la pregunta es de la mayor trascendencia. No es nuestra intención contestar esta pregunta, la cual en última instancia debe ser discutida y respondida por los propios habitantes de la región, pero sí deseamos resaltar lo que parece ser el mayor desafío para los pobladores de esta hermosísima bahía, y que es también la pregunta fundamental de todas los sociedades humanas: ¿Cómo desarrollarse en armonía con los recursos naturales? ¿Cómo crecer sin perder el capital natural que forma la base del sustento regional? ¿Cómo tener un presente digno sin sacrificar las posibilidades de un futuro igualmente digno para los hijos y sus descendientes?

Este libro compila el conocimiento científico sobre los recursos naturales de Bahía de los Ángeles. Los capítulos fueron escritos por un destacado y brillante grupo de investigadores que regalaron sus ideas y sus datos para edición del texto. El esfuerzo fue hecho para crear una línea de base que resuma el conocimiento más actual sobre la naturaleza y los recursos de la región como una contribución de la comunidad científica al establecimiento de la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y canales de Ballenas y Salsipuedes. Como motivo de orgullo para todos los autores, ésta será la primera reserva de México que cuente desde su creación con una línea de base completa que permitirá en el futuro el monitoreo científico riguroso del área protegida.

Por encima del trabajo de los científicos y conservacionistas, la creación de esta importantísima reserva mexicana no hubiera sido posible sin al apoyo de los habitantes de la región, quienes dieron con todo entusiasmo aprobación y sustento al proyecto. Al hacerlo, la gente de Bahía de los Ángeles se confirma, una vez más, como parte de una vanguardia cultural en México, la de aquellas comunidades que buscan conciliar su desarrollo social con la conservación del maravilloso ambiente que los vio nacer. Con esta acción,

Copyrighted material

los pobladores de Bahía de los Ángeles nos enseñan que es posible soñar con un futuro lleno de opciones y de riquezas naturales, y, al mismo tiempo, ser artífices de nuestro propio presente y dueños de nuestras propias opciones.

Exequiel Ezcurra
Gustavo D Danemann

Copyrighted material

Primera parte

Aspectos físicos

Copyrighted material

Copyrighted material

1 *Geología*

Luis A Delgado-Argote

Introducción

El *rift* del Golfo de California es el resultado de un proceso de extensión del Mioceno Medio y tardío, seguido de una deformación transtensional, que es activa hasta el presente. El movimiento de la Península de Baja California hacia el NW es consecuencia de la captura de la margen occidental de la placa Norteamérica por la placa Pacífico una vez que la subducción cesó *ca.* 12 Ma. En la parte central del golfo se localizan las regiones de Bahía de los Ángeles (BLA), Bahía Las Ánimas (B. Ánimas), Bahía San Rafael y las grandes islas donde, de acuerdo con Gastil *et al.* (1979), hay evidencias de un arco magmático del Mioceno que cubre un espacio temporal entre 15 y 7 Ma. Esta actividad magmática se desarrolló sobre rocas de la pobremente documentada Provincia de Andesita de 22 a 17 Ma (Gastil *et al.* 1979, Sawlan 1991). El volcanismo miocénico registra actividad central y fisural que cubre a un complejo basal de rocas metamórficas paleozoicas y graníticas cretácicas.

En parte de BLA, el occidente de B. Ánimas y la Isla Ángel de la Guarda (IAG), la actividad volcánica más antigua fue andesítica, posiblemente asociada con estratovolcanes (*composite volcanoes*) de los que derivan gruesos depósitos epiclásticos. En contraste, en el oriente de B. Ánimas (Sierra Agua de Soda) se desarrolló en el mismo periodo un complejo volcánico forma-

Copyrighted material

do por volcanes compuestos (*compound volcanoes*; Delgado-Argote *et al.* 2000).

A partir de análisis geoquímicos, el conjunto de rocas volcánicas de todas las áreas se clasifica dentro de la serie calcialcalina del Cretácico (K) medio, salvo algunos derrames de andesita y tobas riolíticas de BLA e IAG que son de K alto. Los elementos traza indican que el volcanismo está asociado a márgenes continentales activas contaminadas posiblemente con material de la corteza rica en titanio, que correspondería a las rocas graníticas tipo S (ricas en ilmenita) de la porción oriental del batolito peninsular.

Antes del Pleistoceno, la IAG y el Archipiélago San Lorenzo (ASL) formaban parte de la Península de Baja California, de la que actualmente están separadas por las zonas de fallas Ballenas, Partida y San Lorenzo (figs. 1 y 2).

En este trabajo se comparan las columnas estratigráficas y estructuras de las regiones mencionadas, mismas que registran una historia similar de sedimentación y actividad volcánica, principalmente durante el Mioceno Tardío-Plioceno Temprano, y, como resultado del análisis se propone una historia geológica para ese periodo.

Estratigrafía

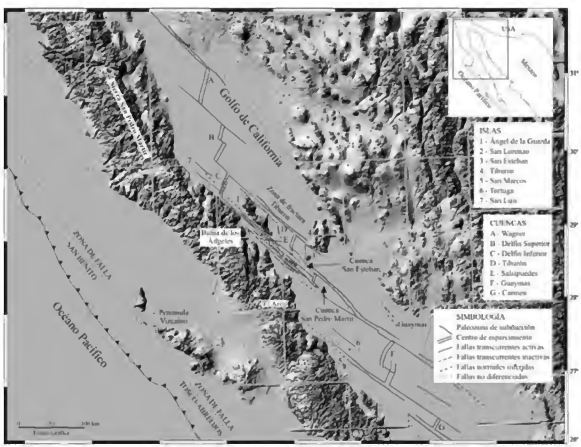
En esta sección se presenta una descripción de las unidades estratigráficas de BLA, B. Ánimas, IAG, y ASL-Sierra Las Ánimas Oriental. La región en su conjunto tiene una historia magmática común por lo menos desde el Cretácico, según se manifiesta en el registro estratigráfico que se presenta enseguida.

Bahía de los Ángeles

Regionalmente, el basamento metamórfico está formado por esquistos máficos y metapelitas paleozoicas. Las secuencias mejor estudiadas se localizan en el occidente del Canal de Ballenas (Gastil *et al.* 1991). En esta región, Campbell y Crocker (1993) llamaron Grupo Ballenas a una secuencia metamorfizada de lodolitas calcáreas, *packstone* bioclástico, lutitas y pedernales, depósitos tipo flysch, conglomerados, y basalto alcalino almohadillado. Dichos autores interpretaron que la secuencia corresponde a un ambiente

Copyrighted material

Figura 1. Modelo de elevación del terreno mostrando la morfología terrestre y de rasgos estructurales mayores del Golfo de California (modificado de Lonsdale 1989 y Delgado-Argote 1996)



de depósito de talud continental a cuenca. En el área de BLA, el basamento metamórfico está ampliamente expuesto en el norte y centro de la Sierra La Libertad (fig. 2) y norte de la Sierra Las Ánimas. En el suroeste (Phillips 1964, en Gastil *et al.* 1991) y norte (Gastil *et al.* 1975) de la IAG se han reportado secuencias similares.

Las rocas metamórficas están intruidas por rocas graníticas del Cretácico Tardío (Delgado-Argote 2000, Kimbrough *et al.* 2001, Ortega-Rivera 2003). Este basamento granítico (serie rica en ilmenita) está particularmente bien expuesto en las sierras La Libertad y Las Ánimas, y parte del sur de la Sierra Las Flores (fig. 2). Salvo en la Sierra La Libertad, en las otras dos sierras las rocas graníticas están parcialmente cubiertas por derrames basálticos o andesíticos y rocas piroclásticas o volcanoclásticas. A partir de análisis petrográficos se observa que las principales rocas plutónicas varían en compo-

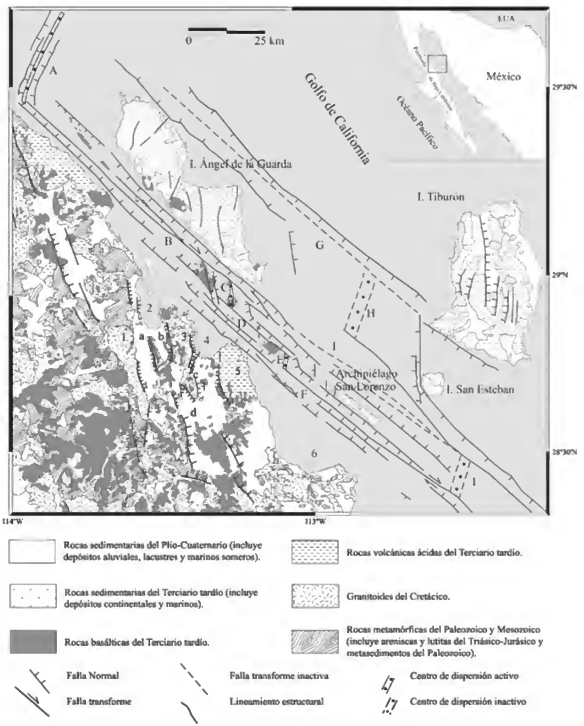
Copyrighted material

sición de cuarzomonzonita a tonalita (Barillas-Cruz 1995, Herrera-Recinos 1995). Prácticamente todas contienen hornblenda y biotita en diferentes proporciones y los xenolitos de rocas metamórficas son comunes. En las regiones aledañas las edades en biotita son de *ca.* 90 Ma (Ortega-Rivera 2003). El basamento granítico es determinante en la distribución de las rocas piroclásticas y en parte de las volcanoclásticas, principalmente de la Sierra Las Ánimas, en vista de que durante los eventos volcánicos explosivos el basamento formaba macizos rocosos elevados. Las rocas más antiguas de las que se tiene evidencia que sobreyacen al basamento se encuentran en la parte suroccidental de la Sierra Las Ánimas y oriente de la IAG.

Los rocas volcánicas más antiguas que afloran en el occidente y suroccidente de la Sierra Las Ánimas son derrames andesíticos del Mioceno Temprano (Delgado-Argote 2000) con los que se interestratifican depósitos de areniscas y conglomerados. Algunas lavas de aspecto almohadillado atrapan areniscas derivadas de rocas graníticas y andesíticas que indican la depositación en cuerpos de agua. Las rocas sedimentarias indican transporte fluvial y depositación en medio lacustre. En el flanco oriental de la Sierra Las Flores y parte suroccidental de la Sierra Las Ánimas, las areniscas formadas por fragmentos vítreos y cuarzo están interestratificadas con horizontes de limo y lentes de guijarros que también atestiguan la depositación en un ambiente lacustre. La mayoría de las rocas volcánicas y volcaniclásticas son proximales y los lahares con grandes fragmentos de andesita en matriz tobácea sugieren actividad volcánica cercana derivada de estratovolcanes.

Figura 2 (página siguiente). Unidades litológicas y rasgos estructurales regionales del Golfo de California central y de la Península de Baja California adyacente. Los números y letras corresponden a: (1) Sierra La Libertad, (2) Bahía de los Ángeles, (3) Sierra Las Ánimas, (4) Bahía de las Ánimas, (5) Sierra Agua de Soda, (6) Bahía San Rafael; (a) Sierra Las Flores, (b) Sierra Las Tinajas, (c) Volcán San Pedro, (d) Sierra Las Venecas (Los Paredones); (A) Cuenca Delfín Inferior, (B) Zona de Falla Ballenas, (C) Cuenca Salsipuedes Norte, (D) Zona de Falla Partida, (E) Cuenca Salsipuedes Sur, (F) Zona de Falla San Lorenzo, (G) Zona de Falla Tiburón, (H) Cuenca Tiburón, (I) Zona de Falla San Pedro Mártir (modificado de Delgado-Argote 2000).

Copyrighted material



La distribución de los depósitos de flujos piroclásticos más voluminosos se restringe a la Sierra Las Flores y al lado occidental de la Sierra Las Ánimas. Estos depósitos tienden a desaparecer hacia el sur, donde predominan los lahares y otros depósitos epiclásticos, principalmente derivados de rocas

Copyrighted material

volcánicas andesíticas. Los centros volcánicos dacíticos se localizan cerca de las faldas de la Sierra La Libertad, y a ellos se asocian los aglomerados y flujos de ceniza de los cerros Archelon, Angelitos, Almacén, y Triates, cuya distribución es restringida (*ca.*14 Ma; Delgado-Argote *et al.* 2000). La actividad basáltico-andesítica sigue un patrón de distribución similar a la tendencia estructural regional de orientación NNW. Este volcanismo máfico de *ca.* 12 Ma (Delgado-Argote *et al.* 2000) se manifiesta en la Sierra La Libertad como una serie de edificios volcánicos que tiene aparente continuidad con la Sierra Las Flores, donde tanto los montículos basálticos como los diques alimentadores de las lavas que coronan a la sierra, siguen la misma tendencia estructural. La actividad basáltica de la Sierra Las Ánimas también es paralela al patrón estructural regional.

Isla Ángel de la Guarda

A partir de criterios litológicos, estructurales y morfológicos se sugiere que la IAG está formada por dos grandes bloques (Delgado-Argote 2000). En el bloque septentrional, la margen oriental debe su forma y deformación a la evolución de la Zona de Fractura Tiburón, mientras que la historia del extremo sur del bloque septentrional se asocia a la Cuenca Tiburón. La cuenca cesó su actividad al iniciar el desarrollo de la Falla Ballenas (*ca.* 1 Ma; Lonsdale 1989). Por su parte, la costa NW del bloque septentrional parece estar estructuralmente relacionada con la Cuenca Delfín Inferior.

La litología de la isla es similar a la descrita en la región de BLA (Delgado-Argote y García-Abdeslem 1999) y a la cartografiada entre San Luis Gonzaga y BLA (Gastil *et al.* 1975). El basamento también es metamórfico y granítico, sobre el que se depositó una serie de rocas volcánicas efusivas y explosivas cuyas composiciones varían de andesíticas a riolíticas, entre las que se interestratifican unidades sedimentarias marinas. En el bloque septentrional se han reportado derrames dacítico-andesíticos con fragmentos de arenisca fosilífera del Mioceno Temprano (Delgado-Argote 2000). La actividad volcánica ácida del bloque meridional sugiere una amplia zona volcánica que comparte características litológicas y es contemporánea a las unidades del Archipiélago San Lorenzo-occidente de Sierra Las Ánimas (Escalona-Alcázar *et al.* 2001) e Isla San Esteban (Desonie 1992). La recons-

Copyrighted material

trucción geográfica de las islas para el Plioceno indica una clara cercanía entre la IAG, la SLA, el ASL e Isla San Esteban (Delgado-Argote *et al.* 2000). En una zona de trabajo de detalle en este bloque, se reportan evidencias estratigráficas (Escalona-Alcázar y Delgado-Argote 1998) que indican que la actividad volcánica de ese periodo ocurrió en pulsos de diferente intensidad y que el depósito se efectuó en un ambiente de laguna marginal o mar somero de baja energía.

Archipiélago San Lorenzo y Sierra Las Ánimas Oriental

La secuencia estratigráfica de estas zonas está descrita con detalle por Escalona-Alcázar *et al.* (2001). En ambas regiones el basamento es metasedimentario del Paleozoico, y de tonalita de biotita y hornblenda del Cretácico tardío. La secuencia sedimentaria y volcánica terciaria aflora en la parte norte de la Isla San Lorenzo e Isla Las Ánimas (ASL; fig. 2). Su base está formada por capas de yeso de espesor variable cubiertas por arenitas arcósicas y líticas depositadas en un ambiente marino somero. Estas areniscas están cubiertas por conglomerados que contienen una asociación faunística típica de costas rocosas de alta energía. La secuencia clástica y de yesos está cubierta por otra similar con fauna fósil más variada. Sobreyace a los sedimentos una secuencia de derrames andesíticos, depósitos piroclásticos y derrames de basalto. Una muestra de basalto y una de andesita que cubre a la secuencia sedimentaria, fueron fechadas con el método $^{40}Ar/^{39}Ar$ en *ca.* 5 y 3.8 Ma, respectivamente (Escalona-Alcázar *et al.* 2001). La actividad volcánica es parcialmente fisural extrudida en un ambiente subaéreo, mientras que la explosiva es de energía baja. En la Sierra Las Ánimas Oriental el basamento granítico está cubierto por lavas basálticas del Mioceno Medio, similares a las de BLA (Delgado-Argote y García-Abdeslem 1999), mientras que las tobas riolíticas sobreyacen a derrames andesíticos del Mioceno Tardío, a su vez cubiertos por areniscas marinas interestratificadas con tobas de la misma época.

Bahía Las Ánimas

La poca continuidad estratigráfica en el oeste de Bahía Las Ánimas (B. Ánimas) dificulta las correlaciones; el ambiente es continental y continuo desde

Copyrighted material

su extremo sur hasta, por lo menos, la región del Tronco San Pedro, el que se interpreta como un cuello volcánico, es decir, la parte central de un estratovolcán intensamente erosionado del que derivaron cuerpos de lahares y tobas que se localizan incluso en BLA y parte del oriente de la Sierra Las Ánimas durante el Mioceno Medio. Otros depósitos piroclásticos con interestratificaciones de areniscas de posible asociación marina son difíciles de ubicar cronológicamente. Se infiere de la distribución de las rocas volcánicas y sedimentarias que el paleoambiente de B. Ánimas estaría definido por una serie de pequeñas cuencas entre volcanes y las sierras Las Ánimas y Agua de Soda. El alcance de las aguas marinas hacia el interior de la cuenca de B. Ánimas no debió extenderse más al sur que el conjunto formado por el tronco y los cerros de dacita aledaños que formaban una barrera topográfica.

La Sierra Agua de Soda es un complejo volcánico de 20 × 9 km orientado NNW-SSE formado por pequeños volcanes agrupados y volcanes compuestos (*compound volcanoes*). Este complejo contrasta con las estructuras volcánicas discretas del interior de la cuenca de B. Ánimas y margen oriental de la Sierra Las Ánimas. Regionalmente, otros complejos comparables se localizarían en la IAG. El volcanismo es principalmente de composición dacítica, donde son comunes los domos con escasos derrames y abundantes cuerpos de brecha de derrame y aglomerados, mientras que los depósitos tobáceos son escasos. La serie de volcanes compuestos se caracterizan por la presencia de diques alimentadores de la misma composición y escasos diques de composición basáltica. El basamento volcánico es andesítico, aflora espaciadamente y es común en xenolitos. Una característica de las secuencias dacíticas de la sierra es la intensa alteración hidrotermal posiblemente producida por la actividad volcánica en ambientes ricos en agua, según lo indica la abundancia de yeso en vetillas en amplias zonas del centro de la sierra.

Con respecto a las características geoquímicas, se observa (Delgado-Argote 2000, Delgado-Argote *et al.* 2000) que con base en el diagrama MgO-FeO*-Al_2O_3 de discriminación tectónica, el conjunto de rocas volcánicas de todas las áreas se clasifican como rocas orogénicas de arco, asociadas a la subducción de la placa Guadalupe en el Océano Pacífico, diferenciadas por procesos de cristalización fraccionada. Además, las series tienen patrones similares de abundancia de elementos traza, característicos de arcos mag-

Copyrighted material

máticos continentales que en esta amplia región sugieren asimilación de materiales de la corteza ricos en Ti, en particular, óxidos, hornblenda y mica, como los que caracterizan a la porción oriental del batolito peninsular.

Geología estructural

Bahía de los Ángeles y Bahía Las Ánimas están separadas de IAG y ASL por las zonas de fallas Ballenas, Partida y San Lorenzo (B, D y F en fig. 2) que pertenecen al sistema de fallas transforme San Andrés-Golfo de California. La Zona de Fallas Ballenas está limitada hacia el noroeste por la Cuenca Delfín, y hacia el sureste por las cuencas Salsipuedes Norte y Salsipuedes Sur, que la conectan con las zonas de fallas Partida y San Lorenzo (fig. 2). Se interpreta que en las partes centrales de las cuencas hay actividad volcánica importante, como la que se observa entre B. Ánimas y el extremo sur de la IAG, de aproximadamente 8 km de anchura.

Tanto en la península como en la IAG, la densidad de las fallas decrece tierra adentro y es principalmente de tipo transtensivo (Delgado-Argote *et al.* 2000), con extensión dominante en sentido E-W. Esta dirección de extensión también se observa en el interior del Canal de Ballenas, donde Lonsdale (1989), a partir de perfiles sísmicos monocanal, interpretó fallamiento normal escalonado hacia el interior. Por su parte, Paz-López (2000) interpretó tanto fallamiento normal como cuerpos ígneos con sísmica multicanal a lo largo de la Zona de Fallas Ballenas. En tierra, el fallamiento es más evidente en la costa de la IAG que en la península y afecta tanto al basamento, como a las rocas volcánicas y sedimentarias miocénicas. Enseguida se presenta una descripción general del ambiente estructural por zonas.

Región de Bahía de los Ángeles

La expresión fisiográfica de la cuenca de BLA sugiere la existencia de un amplio graben o zona de *rift*. El basamento granítico se localiza a 1000 m sobre el nivel del mar en las sierras Las Ánimas y Libertad, mientras que en la Sierra Las Flores el mismo basamento se encuentra por debajo de la cota de 300 m, sugiriendo una depresión central en la cuenca. El abrupto flanco oriental de la Sierra La Libertad sugiere además que esa porción es un segmento de

Copyrighted material

la pared de un bloque de piso similar al observado en la mayor parte de la región del Golfo de California (Axen 1995).

La Sierra La Libertad está dominada por rocas de basamento que, por lo menos, deben registrar la deformación del periodo extensional del *Basin and Range* del Terciario Temprano y Medio. Aunque la expresión morfológica con un marcado escarpe orientado NNW-NNE sugiere que el límite oriental de la sierra es tectónico, la cartografía estructural en ese borde indica pobres evidencias de fallamiento normal de grandes dimensiones. En su lugar, son comunes las fallas de desplazamiento lateral y normales con movimiento oblicuo orientadas hacia el NW y WNW.

En la Sierra Las Flores, localizada entre las sierras La Libertad y Las Ánimas (fig. 2), las rocas piroclásticas que cubren al basamento granítico están en posición cercana a la de su depositación, indicando que la fisiografía actual es muy similar a la que existía por lo menos hace unos 14 Ma. El conjunto granítico y piroclástico está cortado por diques de basalto (basalto o andesita basáltica). Los diques son más abundantes y grandes (hasta 28 m de anchura) en esta zona y se infiere que el fallamiento normal hacia el NNW es penecontemporáneo a la actividad volcánica. En ese sentido, las fallas normales más pequeñas debieron desarrollarse por efectos locales durante el emplazamiento de diques basálticos alimentadores de los derrames de lava de la cima. En las unidades de flujo piroclástico se observan claramente fallas normales y de desplazamiento lateral orientadas NNW y NE. Los movimientos en ambos casos son del orden de los pocos metros y el fallamiento normal perpendicular a las anteriores es común en la parte norte de la sierra. En vista de que no se observaron diques afectados por fallas normales, se considera que el emplazamiento de éstos y la extensión orientada ENE-WSW ocurrió simultáneamente, durante el Mioceno Medio.

Del análisis cinemático de las fallas normales de la parte norte de la Sierra Las Flores se observa que ésta estuvo sujeta a extensión casi E-W y la orientación de las fallas está en concordancia con la distribución del volcanismo basáltico desde la Sierra Las Flores hasta el pueblo de Bahía de los Ángeles, lo que permite interpretar la presencia de un dique de dimensiones regionales entre estas zonas. Este dique pertenece a una estructura vulcanotectónica asociada a una zona de *rift* cuya anchura es de por lo menos 10 km (Delgado-Argote y García-Abdeslem 1999). En su interior, la actividad basáltica forma

Copyrighted material

alineamientos que deben estar asociados a diques de longitud mayor a los 10 km, de los cuales, el aquí nombrado Dique Las Flores es el mejor definido (fig. 3). La longitud de este dique es de cerca de 20 km, comprendidos entre la parte meridional de la Sierra Las Flores hasta el Cerro Archelon en el norte del poblado de Bahía de los Ángeles.

La premisa básica en la interpretación es que las rocas basálticas que cubren las sierras Las Flores y Las Ánimas, así como los montículos y derrames de lava localizados en las faldas de las sierras, están relacionadas con fisuras que siguen la tendencia estructural regional de las fallas con orientación hacia el NW. En ese sentido, el emplazamiento de los derrames de lava se relaciona con el periodo de fallamiento normal dominante que desarrolla zonas de debilidad a lo largo de las cuales el magma asciende.

Tanto el alineamiento formado por las pequeñas manifestaciones de volcanismo basáltico en el oriente de la Sierra La Libertad, como el intrusivo interpretado a partir de la prospección gravimétrica (Delgado-Argote y García-Abdeslem 1999) y los diques y lavas de la Sierra Las Flores, sugieren la existencia de diques alimentadores a gran escala que se emplazaron durante el Mioceno Tardío (fig. 3). El alineamiento más sobresaliente se localiza a lo largo del segmento B-B', mientras que las manifestaciones orientales del Cerro Las Tinajas, cima y norte de la Sierra Las Ánimas y posiblemente las islas Los Gemelitos y Cabeza de Caballo, estarían asociadas con otras fisuras.

Como se discute más adelante, las imágenes de reflectividad del fondo del Canal de Ballenas indican la presencia de campos de lava y diques orientados en la misma dirección NW, lo que sugiere que este patrón vulcanotectónico puede continuar hacia el Golfo de California, como los interpretados a partir de técnicas geofísicas frente a la costa de Santa Rosalía, cuya longitud supera los 25 km (Fabriol *et al.* 1999).

En el occidente de la Sierra Las Ánimas las fallas de desplazamiento lateral se orientan hacia el NW y NE en el basamento granítico, mientras que en la cubierta vulcanoclástica se orientan hacia el NW. Como en la Sierra La Libertad, la mayoría de las fallas muestran movimiento diestro con componente oblicua y desplazamientos del orden de pocos metros; temporalmente deben ser posteriores a la deformación extensional debido a que el régimen de deformación transcurrente es activo desde el Plioceno. Como en algunos lugares de la Sierra Libertad, las fallas oblicuas en granito han sido reactiva-

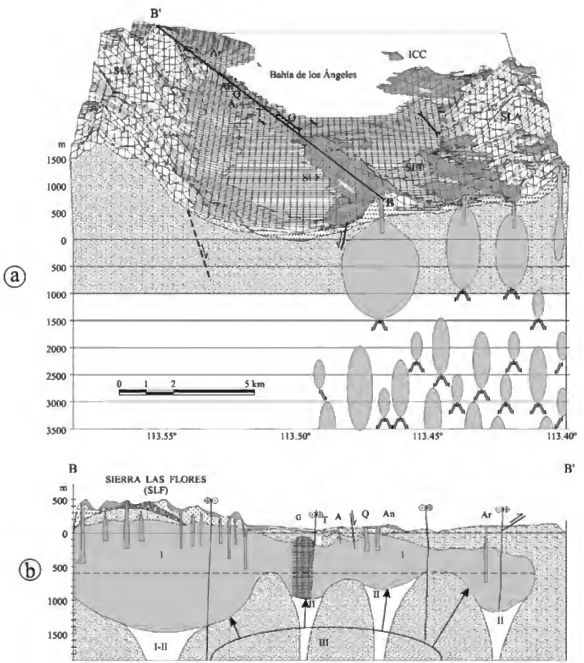
Copyrighted material

das y el relleno de material sedimentario blando en algunas estructuras de falla sugiere que la deformación es reciente. En ese sentido, se ha documentado sismicidad local en la parte oriental de la sierra que indica la existencia de fallas activas (Rebollar *et al.* 1995). El análisis cinemático de las fallas normales indica extensión casi E-W (Delgado-Argote 2000), pero no hay correlación aparente entre esa dirección con alguna alineación de fuentes volcánicas. Sin embargo, a escala regional es importante notar la orientación paralela del Cerro Las Tinajas con respecto a la Sierra Las Flores, así como la orientación similar de la extensión en las tres sierras, lo que sugiere que existe una asociación similar entre la actividad basáltica de *ca.* 12 Ma con el evento extensional (Delgado-Argote *et al.* 2000).

En la parte oriental de la Sierra Las Ánimas, tanto en las rocas del basamento como en la cubierta volcánica y sedimentaria, se observa que la deformación más intensa es transtensiva (extensión WNW-ESE), mientras que en

Figura 3 (página siguiente). (a) Vista oblicua del área de Bahía de los Ángeles mostrando con el patrón oscuro los afloramientos de los derrames de lava basáltica. Los segmentos con colas de flecha del norte de la Sierra las Flores (SLF) y occidente de la Sierra Las Ánimas (SLA) y NE de la Sierra Las Tinajas (SLT) indican la posición de diques máficos. Las áreas sombreadas bajo la superficie indican zonas de acumulación de magma, principalmente en fracturas abiertas. La interpretación de Delgado-Argote y García-Abdeslem (1999) considera que los reservorios someros son alimentados por otros más profundos a partir de los que el magma migra hacia arriba siguiendo un patrón geométrico en echelon. (b) El área sombreada indica la posible región fuente o Dique Las Flores que alimenta a la actividad volcánica de la Sierra Las Flores, al dique (G; interpretado a partir de un perfil de gravedad) y a los cerros Los Triates (T), Almacén (A), Querubín (Q), Angelitos (An) y Archelon (Ar). Se infiere que aproximadamente a 600 m está la parte central de la zona de flotación neutral (línea horizontal discontinua), donde la densidad de la roca encajonante es similar a la del magma basáltico; en esta zona el magma tiende a moverse lateralmente cuando la fuente se localiza en I-II. Es probable que otras fuentes puedan estar localizadas en otros sitios, como los diques indicados en II, o bien, que exista un sólo cuerpo en III (Modificado de Delgado-Argote y García-Abdeslem 1999).

Copyrighted material



las puntas costeras donde sólo afloran derrames basálticos, la extensión se orienta hacia el ENE. Se interpreta que estas diferencias en la misma zona y con respecto a la parte occidental de la sierra se deben a la cercanía de la costa a la zona de fallas Partida que separa a la península de las islas. El análisis cinemático de sitios espaciados aproximadamente 4 km en la costa occidental de la IAG indica que en todos ellos, con excepción de uno, los vectores

Copyrighted material

extensionales se orientan con dirección E-W, lo que sugiere que el régimen de esfuerzos puede corresponder a la deformación del periodo del *Basin and Range* del Mioceno.

En la Cuenca Delfín Inferior y en la Zona de Falla Ballenas (A y B en fig. 2) se realizó una interpretación estructural y litológica de rocas cristalinas y de sedimentos sin consolidar a partir de imágenes de reflectividad (backscattering) obtenidas durante la campaña oceanográfica CORTES-P96 (Delgado-Argote 1996, Dañobeitia *et al.* 1997). En la fig. 2 se muestran únicamente las rocas con alta reflectividad interpretadas como volcánicas efusivas por su distribución y aspecto textural. En la misma figura se presentan los rasgos estructurales mayores del Canal de Ballenas, los que sintetizan la interpretación estructural de las imágenes de reflectividad (Delgado-Argote, 2000) y tectónica de Lonsdale (1989). El sistema de fallas transforme Las Ballenas une las grandes cuencas Guaymas y Delfín Inferior. En las imágenes se observa que la Cuenca Delfín Inferior tiene una cuenca interior mejor definida que la Cuenca Guaymas, aunque los edificios volcánicos en esta última son más evidentes (Delgado-Argote, 2000). Ambas cuencas son asimétricas y los edificios volcánicos forman estructuras complejas fuera de la cuenca central, las que pudieron haberse desarrollado en antiguos centros de dispersión que fueron desplazados por efecto de la extensión y acreción magmática. En la Cuenca Delfín Inferior se interpreta que los procesos de acreción magmática han desarrollado una corteza rígida y que la deformación principal y la actividad ígnea asociada debió haberse transferido hacia el norte. La presencia de por lo menos dos *rifts* con volcanismo asociado, a aproximadamente 8 y 18 km al NW de la cuenca, expresados como levantamientos en forma de horsts con estructuras volcánicas, hace suponer que la actividad magmática y los efectos de la deformación extensional son más intensos hacia el norte de la cuenca y menores en la parte norte de la IAG.

Con respecto a las dorsales inferidas de las cuencas Salsipuedes Norte y Sur, la primera se localiza entre la punta sur de la IAG y B. Ánimas y la segunda, entre la Isla Salsipuedes y la Sierra Agua de Soda. En ambas secciones aparecen amplios campos volcánicos. La dorsal del sur no parece indicar algún rasgo tectónico similar a una cuenca extensional. Entre esta zona y la dorsal norte existen series de fallas normales que definen cuencas donde la actividad volcánica aparece espaciada. Por su parte, la dorsal del norte está

Copyrighted material

definida por la presencia de complejos volcánicos alineados en zonas de *rift* y cuencas con intensa actividad volcánica. La dorsal puede tener relación, tanto por la extensa actividad basáltica como por el estilo estructural, con la parte norte de la Sierra Las Ánimas. Si la correlación es correcta, entonces la edad de los campos volcánicos interpretados en la zona de la dorsal norte sería Mioceno.

Región de Bahía Las Ánimas

En B. Ánimas el fallamiento más importante es de tipo normal. Hacia el sur (Los Paredones), las fallas produjeron un escalonamiento y basculamiento hacia el occidente y son continuación del sistema de fallas de la Sierra La Libertad del Mioceno Medio. En el valle del Tronco San Pedro, las fallas N-S afectan a conglomerados por lo que la deformación en la parte central de la cuenca es joven. En el flanco de la Sierra Las Ánimas las fallas normales se orientan NE-SW mientras que las laterales son NW-SE; ambas cortan a depósitos de tobas y areniscas. El fallamiento normal provocó el basculamiento hacia el este de la secuencia de areniscas y basalto-andesita, mientras que otras zonas en la costa muestran bloques con rotación importante debido a la influencia del régimen tectónico transforme. La frontera estructural con la Sierra Agua de Soda no es clara pero también sus flancos hacia la cuenca están afectados por fallas normales importantes. Los rasgos estructurales más prominentes en el occidente y centro de la sierra corresponden a fallas, principalmente normales, que buzan hacia la cuenca de B. Ánimas. Tanto las fallas cartografiadas en el interior de la parte central y en la costa norte de la sierra, como los lineamientos interpretados de imágenes de satélite, muestran una orientación preferente NNW, como las cuencas regionales (Delgado-Argote y Frías-Camacho 2001).

Interpretación sobre la evolución geológica

Uno de los problemas de correlación estratigráfica más importante en la región del Golfo de California y sus márgenes tiene que ver con la reconstrucción de la península para periodos anteriores a la formación del golfo. Smith (1991) menciona que la distribución faunística y de edades radiométricas

Copyrighted material

indican que un golfo temprano, similar en extensión al actual, existió hace unos 13 Ma, antes del propuesto protogolfo de California de origen tectónico. La sedimentación anterior al Mioceno es principalmente continental en la península aunque, con base en fechado en diques, Henry (1989) considera que el proceso de extensión pudo haber iniciado en Sinaloa durante las etapas iniciales del *Basin and Range*, entre 32 y 24 Ma.

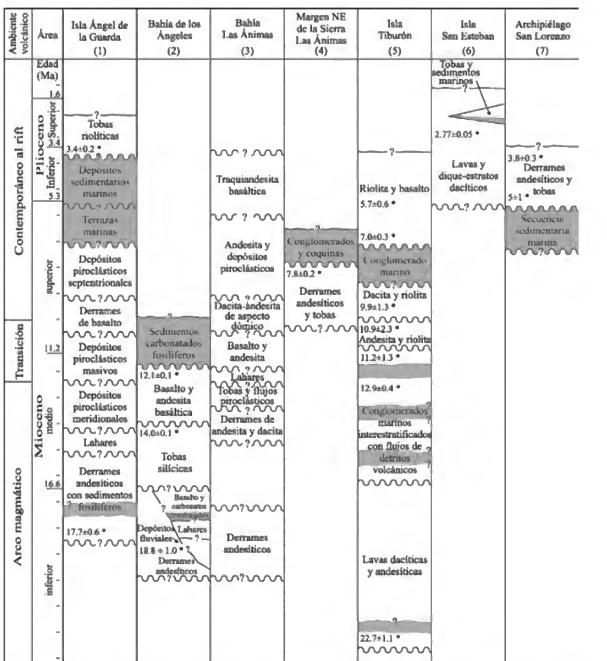
Las asociaciones marinas más viejas en la región del Golfo de California se encuentran en la parte suroccidental de la Isla Tiburón y son de *ca.* 13 a 12 Ma (Smith 1991). La secuencia fosilífera marina consiste en un conglomerado volcánico sobreyacido por una unidad de detritos volcánicos de *ca.* 12.9 Ma con facies de areniscas también fosilíferas (Smith 1991). Sobre la misma región, Lee *et al.* (1996) sugirieron que el fallamiento normal inició entre los 15 y 13 Ma y cesó entre los 6 y 4 Ma. Recientemente, Oskin y Stock (2003) reportaron, apoyándose en trabajos estratigráficos de detalle, que los sedimentos marinos más antiguos en la Isla Tiburón no son anteriores a 6 Ma, y que éste es el momento en el que inicia el proceso ruptura (*rifting)* en esa región; sin embargo, a partir de una revisión de la información paleontológica existente, Carreño y Helenes (2002) indican la existencia de ambientes marinos durante el Mioceno Medio en la región de las grandes islas.

En la tabla 1 se muestra la correlación entre las columnas estratigráficas sintetizadas de secuencias volcánicas y sedimentarias de las grandes islas, BLA y B. Ánimas. En ella se compilan edades absolutas y paleontológicas indicando la presencia, en su caso, de sedimentos marinos. La mayor parte de la fauna descrita es de afinidad caribeña.

Hacia el occidente de la península, en la latitud de Loreto, Baja California Sur, la Formación (Fm.) Isidro, que descansa sobre la Fm. San Gregorio del Oligoceno (*ca.* 23.4 Ma; Hausback 1984), contiene fauna tropical de afinidad caribeña similar a la de BLA (Delgado-Argote *et al.* 2000), incluyendo depósitos de coquina. Smith (1984) interpretó que el ambiente de depósito de la Fm. Isidro es lagunar, similar a la actual Laguna San Ignacio, y muestra en sus columnas estratigráficas que esta formación está cubierta por capas no marinas de la Fm. Comondú, de la que un derrame de basalto alcalino, en el Arroyo San Gregorio, fue fechado en *ca.* 14.5 Ma por Hausback (1984). El mismo Hausback (1984) considera que la Fm. Isidro del Mioceno Temprano a Medio es el equivalente marino somero de la localmente contemporánea Fm. Comondú que se

Copyrighted material

Tabla 1. Correlación estratigráfica de Bahía de los Ángeles, Bahía Las Ánimas e islas Ángel de la Guarda, Tiburón, San Esteban y San Lorenzo



Referencias: (1) Gastil *et al.* 1975, Escalona-Alcázar y Delgado-Argote 1998, Delgado-Argote 2000. (2) Delgado-Argote 2000, Delgado-Argote y García-Abdeslem 1999. (3) Vázquez-Jaimes 2000, Delgado-Argote *et al.* 2000. (4) Delgado-Argote 2000. (5) Gastil y Krummenacher 1977, Gastil *et al.* 1979. (6) Desonie 1992. (7) Escalona-Alcázar *et al.* 2001.

Copyrighted material

localiza hacia el oriente y cuya secuencia está dominada por derrames andesíticos, tobas riolíticas, depósitos vulcanoclásticos de arco y depósitos de abanicos aluviales. Hacia el norte, en la región de San Ignacio, la Fm. San Ignacio se encuentra entre el Basalto La Esperanza de *ca.* 9.72 Ma y derrames de andesita basáltica de *ca.* 12.5 Ma (Sawlan y Smith 1984). En la parte norte de la caldera El Aguajito, Garduño-Monroy *et al.* (1993) describieron una secuencia volcánica similar con lavas almohadilladas. Aunque aún no se conoce la relación entre las formaciones, San Ignacio e Isidro, las secuencias de rocas sedimentarias y volcánicas anteriores sugieren una conexión de aguas marinas tropicales desde el occidente de la Sierra La Giganta hasta por lo menos la latitud de la parte septentrional de la IAG, donde se han fechado rocas volcánicas asociadas con rocas sedimentarias tan antiguas como 18 Ma (Delgado-Argote, 2000). Entre las islas y la región de San Ignacio se encuentra la secuencia volcánica andesítica de *ca.* 17.7 y 17.9 Ma (Delgado-Argote 2000) con sedimentos marinos de la Sierra Las Ánimas. Lo anterior sugiere una conexión entre el Océano Pacífico y el protogolfo durante el Mioceno Temprano y Medio. Además, es notable la orientación paralela de las cuencas de BLA, B. Ánimas y Bahía San Rafael con respecto a la tendencia estructural de la corteza subsidida a los costados de las cuencas, por lo que se propone que la conexión marina tiene un origen estructural relacionado con la extensión temprana de la provincia del *Basin and Range*.

De acuerdo con Karig y Jensky (1972) y Gastil *et al.* (1979), el protogolfo existió desde el Mioceno Medio hasta el Plioceno Temprano como resultado de fallas normales orientadas N-S a NNW-SSE. Alrededor de los 12 Ma, la fauna de la Isla Tiburón (Gastil *et al.* 1979, Smith 1991) y de BLA (Delgado-Argote *et al.* 2000) indica una incursión marina importante, la que debió intensificarse cerca de los 7 Ma (tabla 1). Los sedimentos marinos en Puertecitos, San Felipe y Valle Imperial indican el alcance regional de la transgresión a finales del Mioceno y principios del Plioceno (Ingle 1974, Martín-Barajas *et al.* 1993, 1995). Con respecto a la zona de acceso del agua marina, Carreño y Helenes (2002) sugirieron que esta zona debió existir en la parte central de la península, basados en asociaciones fosilíferas. Esta conexión entre el Océano Pacífico y el Golfo de California pudo estar orientada N-S, paralela a la tendencia estructural marcada por los valles de BLA y B. Ánimas (fig. 1; Delgado-Argote 2000). La similitud entre la estratigrafía observada en el

Copyrighted material

ASL y la de la Sierra Las Ánimas (B. Ánimas) se debe a la yuxtaposición de éstas zonas antes del Pleistoceno, época en la que el archipiélago migró hacia el SE. Con base en los análisis litológicos se interpreta que en esta región se formó una cuenca donde el basamento granítico estaba expuesto y la actividad volcánica del Mioceno y la sedimentación marina fueron simultáneas (Escalona-Alcázar *et al.* 2001), extendiéndose hasta la parte occidental de B. Ánimas (Vázquez-Jaimes 2000, Delgado Argote *et al.* 2000). Se ha documentado también que la sedimentación al norte de BLA, durante el Mioceno Tardío, se efectuó en ambientes cuya profundidad era del orden de los 150 m, mientras que en las cuencas de Santa Rosalía y Loreto, en Baja California Sur, así como en BLA-ASL y sur de la IAG, la sedimentación marina se efectuó en ambientes más someros (Escalona-Alcázar *et al.* 2001).

Del registro estratigráfico se interpreta que la sedimentación se ha interrumpido en varios lugares debido a levantamientos locales, mientras que desde el Plioceno nuevas cuencas se desarrollaron debido a la evolución del sistema de fallas transforme San Andrés-Golfo de California. Las fallas Ballenas, Partida y San Lorenzo son parte de ese sistema y sus terminaciones en el norte son las cuencas Delfín Inferior y Guaymas, respectivamente. La Cuenca Delfín Inferior, que es más joven que la Delfín Superior (Oskin y Stock 2003), es marcadamente asimétrica pues es más amplia hacia el NW que hacia el SE, tiene aproximadamente la mitad de la anchura que Delfín Superior y se infiere que inició su desarrollo hace unos 2.5 Ma (Delgado-Argote 2000). Los lineamientos estructurales de los extremos septentrional y meridional del Canal de Ballenas muestran una marcada tendencia de sus orientaciones hacia NNE, similar a las interpretadas en la IAG, lo que sugiere una deformación contemporánea, posiblemente hacia finales del periodo del *Basin and Range*. Las manifestaciones volcánicas, así como los rasgos interpretados como diques que se identifican en el fondo del Canal de Ballenas, probablemente se relacionan con la zona de fallamiento Plio-Cuaternaria, excepto las que se localizan al NE de la Sierra Las Ánimas. La cercanía de estas últimas a los derrames basálticos del Mioceno Medio de la sierra y su posición en el lado occidental de la zona de fallamiento, permite correlacionarlas entre sí. Posiblemente también los derrames del oriente de la Sierra Agua de Soda tengan una edad similar. Aunque la joven cuenca Salsipuedes Norte no pudo identificarse a partir de las imágenes de reflectividad, se infiere que las lavas cercanas a ella son del Plioceno, con-

Copyrighted material

temporáneas a los derrames de lava del sur de la IAG (Delgado-Argote 2000), las que comparten características litológicas y temporales con las observadas en el ASL-occidente de la Sierra Las Ánimas (Escalona-Alcázar *et al.* 2001) y con las reportadas en la Isla San Esteban (Desonie 1992).

En conclusión, la sedimentación en la región de estudio se efectuó en ambientes de cuencas pequeñas bordeadas por volcanes que, hacia el sur, se extienden hasta la barrera topográfica del complejo volcánico de Tronco San Pedro en B. Ánimas y no se conoce en el interior de BLA. La ausencia de actividad del tipo de los volcanes compuestos en el ASL, como el observado en la Sierra Agua de Soda, apoya la paleoposición de las islas al N-NW de esa sierra. De la misma forma, la ausencia de volcanismo fisural en el archipiélago, como el regional de BLA, sugiere también que las islas debieron estar localizadas al oriente de la boca de la bahía en el Plioceno Tardío, época con amplias manifestaciones de sedimentación marina.

Agradecimientos

Este trabajo sintetiza varios trabajos de investigación y mucho tiempo de discusión con varios colegas y estudiantes que trabajaron, tanto en proyectos internos del CICESE, como en otros financiados por el CONACYT (1004-T9111 y 28317T) y el proyecto multidisciplinario marino y terrestre con financiamiento del CICYT de España (proyectos ANT94-0182-C02-01/02 y ANT94-0182-C02-02), Francia (ORSTOM) y CICESE. También el proyecto CONACYT-México y CSIC-España (número de referencia en el CICESE 644 104) fueron importantes durante el procesamiento de parte de los datos geofísicos. El apoyo logístico de la población de Bahía de los Ángeles, en particular de Antonio y Bety Reséndiz, fue clave durante el desarrollo de los proyectos. La edición y actualización permanente del material gráfico se debe a Víctor Frías. Agradezco también a Alejandro Hinojosa y Margarita Almeida por sus versiones de los mapas digitales de elevación y a Elisa Ramírez por su revisión al documento. Finalmente, los comentarios de dos revisores anónimos ayudaron a dar la forma final a este trabajo.

Copyrighted material

Resumen

Las estructuras de falla mayores en las márgenes del Golfo de California están relacionadas a los eventos extensional *Basin and Range* del Mioceno y al sistema transforme San Andrés-Golfo de California que inició en el Plioceno. Durante el Neógeno el centro de Baja California registra volcanismo central y fisural amplio que cubre a rocas metamórficas paleozoicas y graníticas del Cretácico. Antes del Plioceno la Isla Ángel de la Guarda (IAG) y el Archipiélago San Lorenzo (ASL) formaban parte de la península, separadas por las zonas de fallas Ballenas, Partida y San Lorenzo, desde el Pleistoceno. La estratigrafía del Mioceno Temprano-Mioceno Medio de Bahía de los Ángeles (BLA) e IAG es similar. Las primeras incursiones marinas amplias son del Mioceno Medio. El volcanismo inicial es andesítico seguido por otros explosivo dacítico-riolítico y basáltico fisural. El fisural fue más intenso en el Mioceno Medio en BLA, donde existen por lo menos dos grandes diques paralelos al fallamiento normal regional. En el norte de Bahía Las Ánimas y ASL las historias de sedimentación y volcanismo son similares, caracterizando ambientes de cuencas pequeñas entre volcanes que hacia el sur, alcanza la mitad de la Bahía Las Ánimas. Allí, el Volcán San Pedro del Mioceno Medio-Tardío es el más grande, mientras que la Sierra Agua de Soda está dominada por volcanes compuestos (*compound volcanoes*) posiblemente de la misma edad. La deformación principal en el oeste de la IAG es extensional E-W y, en la parte norte, el fallamiento es paralelo a las estructuras de la Cuenca Delfín Inferior. En el fondo del Canal de Ballenas, los lineamientos estructurales y volcánicos se orientan principalmente hacia el NNE, lo que sugiere una deformación asociada al *Basin and Range*. Sólo los lineamientos en, o muy cercanos a la Zona de Fallas Ballenas son NW, paralelos al movimiento actual.

Abstract

Major fault-related structures along the margins of the Gulf of California are associated to the Miocene Basin and Range extensional event and to the deformation related to the San Andreas-Gulf of California transform fault system that initiated in the Pliocene. The neogenic history in the central part of Baja

Copyrighted material

California is characterized by wide-distributed central and fissural volcanism. The volcanic rocks cover Paleozoic metamorphic and Cretaceous granitic rocks. Before the Pliocene, the Ángel de la Guarda Island and the San Lorenzo Archipelago were part of the peninsula. Since the Pleistocene are moving towards the southeast as rigid blocks along the Ballenas, Partida and San Lorenzo fault zones. The stratigraphic columns of BLA and Ángel de la Guarda Island are similar. Marine incursions were widely distributed since Middle Miocene under an extensional tectonic regime. The oldest volcanic activity is andesitic followed by dacitic-rhyolitic explosive volcanism. Large basaltic dikes parallel to the normal faults were emplaced in BLA during Middle Miocene time. The northern part of Bahía Las Ánimas and San Lorenzo Archipelago have a common sedimentary and volcanic history, which is characterized by an environment formed by small basins and volcanoes. The largest volcano in Bahía Las Ánimas is the Volcán San Pedro; the Sierra Agua de Soda is dominated by the presence of compound volcanoes, probably of Middle to Late Miocene age. Main deformation in the western coast of Isla Ángel de la Guarda is related with E-W-oriented extension while, faulting in its northern coast is parallel to the faults of the Delfín Inferior Basin. In the Ballenas Channel, most structural lineaments and volcanic alignments are associated with the Basin and Range deformation. Only the lineaments lying on, or located close to the Ballenas Fault Zone are oriented NW, parallel to the present displacement.

Referencias

Axen G. 1995. Extensional segmentation of the main gulf escarpement, Mexico and United States. *Geology* 23: 347–357.

Barillas-Cruz EM. 1995. Estratigrafía volcánica y deformación neogénica en la Sierra las Ánimas, Baja California. Tesis de Ingeniero Geólogo, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León. 47 pp.

Campbell M, Crocker J. 1993. Geology west of the Canal de Las Ballenas, Baja California, Mexico. En: RG Gastil, RH Miller (eds.), *The Prebatholithic Stratigraphy of Peninsular California*. Geol. Soc. Am. Special Paper 279: 61–76.

Carreño AL, Helenes J. 2002. Geology and ages of the islands. En: T Case, M Cody, E Ezcurra (eds.), *Island Biogeography of the Sea of Cortés*. University of Oxford Press 2: 14–40.

Copyrighted material

Dañobeitia JJ, Córdoba D, Delgado-Argote LA, Michaud F, Bartolomé R, Farrán M, Carbonell R, Núñez-Cornú F, CORTES-P96 Working Group. 1997. Expedition gathers new data on crust beneath Mexican west coast. *GEOS* 78: 565–572.

Delgado-Argote LA. 1996. Actividades del proyecto geofísico marino y de sísmica de refracción CORTES-P96, *GEOS* 16(2): 109–111.

Delgado-Argote LA. 2000. Evolución tectónica y magmatismo Neógeno de la margen oriental de Baja California central. Tesis de Doctorado, Programa de Posgrado en Ciencias de la Tierra. Instituto de Geología, UNAM. 175 pp.

Delgado-Argote LA, García-Abdeslem J. 1999. Shallow Miocene basaltic magma reservoirs in the Bahia de los Angeles Basin, Baja California, Mexico. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 88(1): 29–46.

Delgado-Argote LA, Frías-Camacho VM. 2001. El complejo volcánico miocénico de la Sierra Agua de Soda en Bahía Las Ánimas, Baja California central. *GEOS* 21(3): 321.

Delgado-Argote LA, López-Martínez M, Perrilliat MC. 2000. Geologic Reconnaissance of Bahía de los Angeles, Baja California, Central Gulf of California. En: H Delgado, G Aguirre, J Stock (eds.), Cenozoic Tectonics and Volcanism of México: Boulder Colorado, *Geol. Soc. Am. Special Paper* 334: 111–121.

Delgado-Argote LA, Escalona-Alcázar FJ, López-Martínez M, Vázquez-Jaimes ME. 2000. Síntesis geológica de la región de Bahía de los Ángeles, Bahía Las Ánimas y Archipiélago San Lorenzo, Golfo de California. *GEOS* 20(3): 316–317.

Desonie DL. 1992. Geologic and geochemical reconnaissance of Isla San Esteban: post-subduction orogenic volcanism in the Gulf of California. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 52: 123–140.

Escalona-Alcázar FJ, Delgado-Argote LA. 1998. Descripción estratigráfica de la zona El Paladar y litología de la Isla Ángel de la Guarda, Golfo de California. *GEOS* 18(3): 197–205.

Escalona-Alcázar FJ, Delgado-Argote LA, López-Martínez M, Rendón-Márquez G. 2001. Late Miocene volcanism and marine incursions in the San Lorenzo Archipelago, Gulf of California, Mexico. *Rev. Mex. Cienc. Geol.* 18(2): 111–128.

Fabriol H, Delgado-Argote LA, Dañobeitia JJ, Córdoba D, González A, García-Abdeslem J, Bartolomé R, Martín-Atienza B, Frías-Camacho V. 1999. Backscattering and geophysical features of volcanic rifts offshore Santa Rosalia, Baja California Sur, Gulf of California, Mexico. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 93: 75–92.

Copyrighted material

Garduño-Monroy VH, Vargas-Ledezma H, Campos-Enríquez JO. 1993. Preliminary geologic studies of Sierra El Aguajito (Baja California, Mexico): a resurgent-type caldera. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 59: 47–58.

Gastil RG, Krummenacher D. 1977. Reconnaissance geology of coastal Sonora between Puerto Lobos and Bahia Kino. *Geol. Soc. Am. Bull.* 88: 189–198.

Gastil RG, Miller R, Anderson P, Crocker J, Campbell M, Buch P, Lothringer C, Leier-Engelhardt P, DeLattre M, Hobbs J, Roldán-Quintana J. 1991. The relation between the Paleozoic strata on opposite sides of the Gulf of California. En: E Pérez-Segura, C Jacques-Ayala (eds.), Studies of Sonoran Geology. *Geol. Soc. Am. Special Paper* 254: 7–17.

Gastil RG, Krummenacher D, Minch J. 1979. The record of Cenozoic volcanism around the Gulf of California. *Geol. Soc. Am. Bull.* 90: 839–857.

Gastil, R.G., Phillips, R.F. and Allison, E.C. 1975. Reconnaissance geology of the state of Baja California, *Geol. Soc. Am. Mem.* 140. 170 pp.

Hausback BP. 1984. Cenozoic volcanic and tectonic evolution of Baja California Sur, Mexico. En: VA Frizzel, Jr. (ed.), *Geology of the Baja California Peninsula*. Pacific Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Los Angeles, California, USA 39: 219–236.

Henry CD. 1989. Late Cenozoic Basin and Range structure in western Mexico adjacent to the Gulf of California, *Geol. Soc. Am. Bull.* 101: 1147–1156.

Herrera-Recinos JR. 1995. Análisis estructural e historia geológica del oriente de la Sierra Las Ánimas, Bahía Las Ánimas, Baja California. Tesis de Ingeniero Geólogo, Facultad de Ciencias de la Tierra, Universidad Autónoma de Nuevo León. 41 pp.

Ingle Jr. JC 1974. Paleobathymetric history of Neogene marine sediments, northern Gulf of California. En: RG Gastil, J Lillegraven (eds.), *A Guidebook to The Geology of Peninsular California for the 49th Annual Meeting of the Pacific Section AAPG-SEPM-SEG*, pp. 121-138.

Karig DE, Jensky W. 1972. The proto-Gulf of California. *Earth Planet. Sci. Lett.* 17: 169–174.

Kimbrough DL, Smith DP, Mahoney JB, Moore TE, Grove M, Gastil RG, Ortega-Rivera A. 2001. Forearc-basin sedimentary response to rapid Late Cretaceous batholith emplacement in the Peninsular Ranges of southern and Baja California. *Geology* 29: 491–494.

Lee J, Miller MM, Crippen R, Hacker B, Ledesma-Vázquez J. 1996. Middle Miocene extension in the Gulf Extensional Province, Baja California: Evidence from the southern Sierra Juarez, *Geol. Soc. Am. Bull.* 108: 505–525.

Copyrighted material

Lonsdale P. 1989. Geology and tectonic history of the Gulf of California. En: EL Winterer, DM Hussong, RW Decker (eds.), The Eastern Pacific Ocean and Hawaii. *Geol. Soc. Am. Bull. The Geology of North America* N: 499–521.

Martín-Barajas A, Téllez-Duarte M, Rendón-Márquez G. 1993. Estratigrafía y ambientes de depósito de la secuencia sedimentaria marina de Puertecitos, NE de Baja California. Implicaciones sobre la evolución de la margen occidental de la Depresión del Golfo. En: LA Delgado-Argote y A Martín-Barajas (eds.), *Contribuciones a la Tectónica del occidente de México.* Unión Geofísica Mexicana. Monografía 1: 90–114.

Martín-Barajas A, Stock JM, Layer P, Hausback B, Renne P, López-Martínez M. 1995. Arc-rift transition volcanism in the Puertecitos Volcanic Province, northeastern Baja California, Mexico. *Geol. Soc. Am. Bull.* 107: 407–424.

Ortega-Rivera A. 2003. Geochronological constraints on the tectonic history of the Peninsular Ranges Batholith of Alta and Baja California: tectonic implications for western Mexico. En: SE Johnson, SR Paterson, JM Fletcher, GH Girty, DL Kimbrough, A Martín-Barajas (eds.), *Tectonic evolution of northwestern Mexico and the southwestern USA: Boulder, Colorado*, Geol. Soc. Am. Special Paper 374: 297–335.

Oskin M, Stock J. 2003. Cenozoic volcanism and tectonics of the continental margins of the Upper Delfín basin, northeastern Baja California and western Sonora. En: SE Johnson, SR Paterson, JM Fletcher, GH Girty, DL Kimbrough, A Martín-Barajas (eds.), *Tectonic evolution of northwestern Mexico and the southwestern USA: Boulder, Colorado*, Geol. Soc. Am. Special Paper 374: 421–438.

Paz-López S. 2000. Procesamiento e interpretación de datos sísmicos y gravimétricos en el norte del Golfo de California. Tesis de Maestría. División de Ciencias de la Tierra, CICESE, 134 pp.

Rebollar CJ, Castillo-Román J, Uribe A. 1995. Parámetros de fuente de la actividad sísmica que ocurrió en marzo de 1993 en la Bahía de las Ánimas, Baja California. En: F Medina-Martínez, LA Delgado-Argote, G Suárez-Reynoso (eds.), *La Sismología en México: 10 años después del Temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M = 8.1).* Unión Geofísica Mexicana, Monografía 2: 229–235.

Sawlan MG. 1991. Magmatic evolution of the Gulf of California rift. En: JP Dauphin, BR Simoneit (eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias.* Am. Assoc. Petroleum Geol. Memoir 47: 301–369.

Sawlan MG, Smith JG. 1984. Petrologic characteristics, age and tectonic setting of Neogene volcanic rocks in northern Baja California Sur, Mexico. En: VA Frizzel, Jr. (ed.),

Copyrighted material

Geology of the Baja California Peninsula. Pacific Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Los Angeles, California, USA 39: 237–251.

Smith JT. 1984. Miocene and Pliocene marine mollusks and preliminary correlations, Vizcaino Peninsula to Arroyo La Purisima, northwestern Baja California Sur, Mexico En: VA Frizzel, Jr. (ed.), *Geology of the Baja California Peninsula. Pacific Section of the Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*. Los Angeles, California, USA 39: 197–217.

Smith JT. 1991. Cenozoic marine mollusks and paleogeography of the Gulf of California. En: JP Dauphin, BR Simoneit (eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*, Am. Assoc. Petroleum Geol. Memoir 47, 447–480.

Vázquez-Hernández S. 1996. Estratigrafía y ambientes de depósito de la secuencia sedimentaria del oriente de la Laguna Salada, Baja California. Tesis de Maestría, División de Ciencias de la Tierra, CICESE. 144 pp.

Vázquez-Jaimes ME. 2000. Descripción de la estratigrafía de las secuencias volcánicas y sedimentarias neogénicas y de la geometría del fallamiento de la cuenca de Bahía Las Ánimas, Baja California. Tesis de Maestría, División de Ciencias de la Tierra, CICESE. 146 pp.

Copyrighted material

2 *Oceanografía de la región de las grandes islas*

Saúl Alvarez-Borrego

En la porción interna del Golfo la distribución de temperatura era totalmente diferente. Aún en las partes más profundas había una temperatura de alrededor de 11.C. Esto indica que la porción interior se encuentra separada de la externa por un umbral.....En la porción interior del Golfo, el contenido de oxígeno es mayor que en la externa, encontrándose valores por debajo de 1 mL L^{-1} sólo cerca del fondo en algunas partes. El mayor contenido de oxígeno indica que el agua profunda en el interior está formada por mezcla de agua que fluye sobre ese umbral...

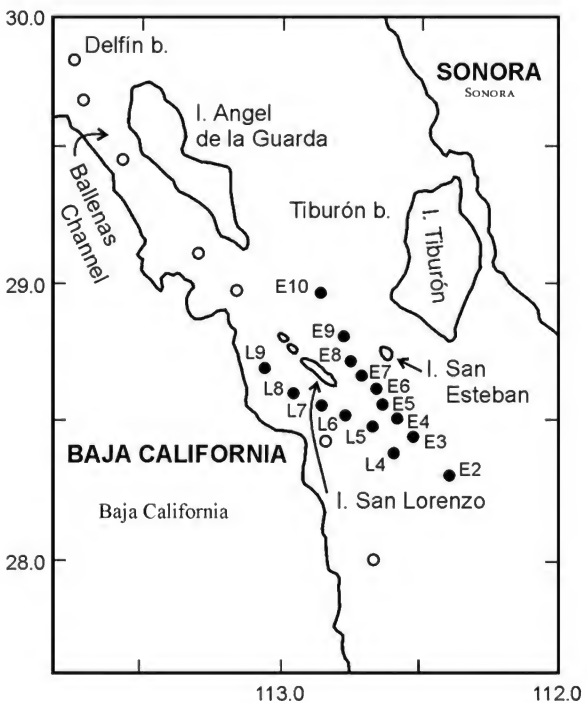
Harold U. Sverdrup, 1941, Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California
Datos del crucero del B/O EW Scripps realizado de febrero a marzo de 1939.

Introducción

Desde el primer crucero de EW Scripps en el Golfo de California de febrero a marzo de 1939 se reconoció que la Región de las Grandes Islas del Golfo de California, Isla Tiburón e Isla Ángel de la Guarda (IAG) (fig. 1), tiene características oceanográficas únicas (Sverdrup 1941). Por ejemplo, al sur de IAG y Tiburón la temperatura disminuye regularmente con la profundidad, al igual que en océano abierto, con menos de 2°C debajo de los 2000 m; sin embargo, en el Canal de Ballenas, entre IAG y la Península de Baja California, la distribución vertical de temperatura es totalmente diferente, con valores al-

Copyrighted material

Figura 1. Región de las Grandes Islas del Golfo de California. (●) Estaciones hidrográficas utilizadas en el estudio sobre flujos de CO_2 entre océano y atmósfera de Hidalgo-González *et al.* (1997). (○) Estaciones hidrográficas donde se midió la distribución vertical de las variables mostradas en la figura 2



Copyrighted material

rededor de 11°C aún en las partes más profundas. Las menores temperaturas superficiales (Robinson 1973) y las mayores concentraciones de nutrientes y CO_2 (Alvarez-Borrego *et al.* 1978, Hidalgo-González *et al.* 1997) en todo el golfo se encuentran de manera persistente en la Región de las Grandes Islas; las corrientes de marea son muy intensas, con altas tasas de disipación de la energía de las mareas (hasta >0.3 W m^{-2}; Argote *et al.* 1995) y la intensa mezcla crea una situación parecida a una constante surgencia. Por ello, la productividad primaria es alta y soporta gran cantidad de aves y mamíferos marinos (Tershy *et al.* 1991). La mezcla generada por las mareas entre las islas San Lorenzo y San Esteban agitan vigorosamente la columna de agua hasta más de 500 m de profundidad, produciendo el efecto neto de transportar aguas más frías y ricas en nutrientes hacia la superficie (Simpson *et al.* 1994). Entre las islas San Lorenzo y San Esteban, la turbulencia causada por las corrientes de marea es tan intensa que se efecto se nota claramente como una hilera de fuertes remolinos que une ambas islas (Cortés-Lara *et al.* 1999).

Mediante imágenes de satélite de 1978 a 1986 se ha mostrado que la variabilidad de la biomasa de fitoplancton no está dominada por los eventos El Niño. Más bien, la intensa mezcla debida a las mareas ocultó los efectos de El Niño 1983–1984 que en cambio fueron muy evidentes en otros ecosistemas costeros del Pacífico Oriental, incluyendo la boca del Golfo de California. El Canal de Ballenas mostró un comportamiento excepcional, con un incremento en la concentración de clorofila *a* hacia fines de 1983 debido al incremento en la biomasa de fitoplancton promovido por la reducción del proceso de mezcla (Santamaría-del-Ángel *et al.* 1994). Con base en el gran número de cetáceos adultos y aves marinas en el Canal de Ballenas en 1983, Tershy *et al.* (1991) sugirieron que esta área pudiera servir como un refugio de alta productivida y abundancia de presas para estos organismos marinos de gran movilidad en años de El Niño. De acuerdo con Velarde y Ezcurra (2000), el censo sistemático de durante 21 años de las aves en Isla Rasa, en la Región de las Grandes Islas, muestran que las gaviotas de Heermann (*Larus heermanni*) han tenido pequeñas fluctuaciones de ~250,000 individuos. Aún en años El Niño (e.g., 1998) la mayoría de los individuos adultos de esta y otras especies de aves marinas estuvieron presentes en sus zonas de anidación. Green-Ruiz y Hinojosa-Corona (1997) estudiaron la zona de desove de la anchoveta (*Engraulis mordax*) en el golfo de 1990 a 1994, y encontraron que en febrero

Copyrighted material

de 1992, un año de El Niño, las anchovetas solamente desovaron en la Región de las Grandes Islas, y que la mayor abundancia de huevecillos coincidió con las menores temperaturas (17–18°C), las cuales fueron 2–3°C mayores que las menores temperaturas allí observadas en 1990–1991.

Topográficamente el Golfo de California está dividido en una serie de cuencas y fosas o trincheras que se hacen más profundas hacia el sur y que están separadas entre sí por cordilleras transversales. El Canal de Ballenas tiene una profundidad máxima de ~1600 m, y la Cuenca Tiburón, entre IAG e Isla Tiburón, tiene una profundidad máxima de ~500m (Shepard 1950). El Canal de Ballenas está aislado de la parte central del golfo por una cordillera submarina. La profundidad del pie de esta cordillera es de ~450 m. El agua en el Canal de Ballenas es resultado de la mezcla de aguas superficiales y aguas provenientes de la base de la cordillera. La Cuenca Tiburón tiene condiciones hidrográficas similares a las del Canal de Ballenas, pero tiene una comunicación más abierta con el sur del golfo (Alvarez-Borrego y Lara-Lara 1991).

Masas de agua, mareas y circulación

Al sur de IAG e Isla Tiburón el golfo tiene básicamente la misma estructura termohalina que el Océano Pacífico Oriental, pero con modificaciones superficiales debidas a la excesiva evaporación (Sverdrup 1941, Roden 1964); no obstante, por causa de restricciones batimétricas, en la Región de las Grandes Islas sólo se encuentran Agua del Golfo de California (AGC, $S \geq 35.0$ y $T > 12°C$), y Agua Subsuperficial Subtropical (ASS, $34.5 < S < 35.0$ y $9.0 \leq T°C < 18.0$; Torres-Orozco 1993). El AGC puede ser Agua Superficial Ecuatorial o ASS que ha sido transformada por evaporación (Roden y Groves 1959). En esta región del golfo no están presentes ni el Agua del Pacifico Intermedio Profundo ni el Agua de Fondo del Pacífico.

El norte del Golfo de California muestra fenómenos de marea espectaculares, con rangos >3 m en la Región de las Grandes Islas. La pequeña diferencia de periodo entre los componentes M_2 y S_2 (componentes principales lunar y solar, respectivamente) produce la variación quincenal de las mareas, la causada por las fases de la luna. Cuando el sol, la luna y la tierra se encuentran alineados (lunas llena y nueva), sus fuerzas gravitacionales combinadas

Copyrighted material

producen mareas máximas (mareas vivas); cuando se encuentran en cuadratura, las fuerzas del sol y la luna se oponen entre sí y las amplitudes de marea son mínimas (mareas muertas). Así, la mezcla por mareas tiene una modulación quincenal, presentando la mayor intensidad después de mareas vivasn y la menor después de mareas muertas (Simpson *et al.* 1994). Todas las corrientes de marea en los estrechos entre islas y entre éstas y las costas de tierra firme, así como en los pasos que conectan las lagunas costeras semicerradas con el golfo son fuertes. La velocidad de estas corrientes es variable y depende de la fase lunar y los vientos dominantes, pero al ser medidas con medidores de deriva se han obtenido valores instantáneos excepcionales de hasta 3 m s^{-1} en el Canal de Ballenas (6 nudos; Álvarez-Sánchez *et al.* 1984). Estos autores reportaron que con frecuencia los medidores de deriva fueron encontrados siguiendo complicadas trayectorias en forma de remolino en la parte más amplia del canal. Marinone y Lavín (2003) usaron un modelo tridimensional para describir la mezcla y el flujo de marea y residual en el golfo central, y concluyeron que los flujos de pleamar y bajamar ocurren dos veces al día con velocidades de hasta 60 cm s^{-1}; y que las corrientes muestran una fuerte modulación quincenal con corrientes de mareas vivas que duplican las de mareas muertas.

Por medio de un radar espacial se detectaron evidencias de ondas internas en la Región de las Grandes Islas, las cuales estuvieron fuertemente correlacionadas con la intensidad de las mareas locales y cuyo mayor número ocurrió durante las mareas vivas y el menor en mareas muertas. La principal fuente de estas ondas internas se localiza entre las islas San Lorenzo y San Esteban (Fu y Holt 1984). Una serie de tiempo de tres días de la distribución vertical de propiedades químicas y biológicas mostró que, en las capas subsuperficiales entre 40–100 m, estas ondas internas produces oscilaciones en los isogramas con rangos máximos de ~50 m, lo que tiene un efecto significativo en la productividad del fitoplancton (Gaxiola-Castro *et al.* 2002).

Las corrientes de marea generan un movimiento de ida y vuelta. La circulación, en contraste, es el sistema de corrientes del que no forman parte las corrientes de marea; es decir, que está integrado por las corrientes residuales una vez que se han descontado las corrientes de marea (corrientes residuales). La circulación resulta de interés debido a que es la responsable del transporte de materiales (e.g., contaminantes, huevecillos, larvas, etc.) de un lugar

Copyrighted material

a otro. Existe una ganancia neta de calor a través de la superficie del Golfo de California que debe ser exportada al Océano Pacífico (Lavín y Organista 1988). Esto requiere de la exportación oceánica de calor y sal fuera del golfo para alcanzar un equilibrio, e implica que la circulación media anual debe tener una componente profunda que entra al golfo (Bray 1988). Esto tiene importantes implicaciones ecológicas dado que el agua profunda entrante tiene mayores concentraciones de nutrientes inorgánicos (Alvarez-Borrego y Lara-Lara 1991) y más carbono inorgánico disuelto que el agua superficial que sale del golfo. Bray (1988) propuso una circulación de tres capas entre el sur y el norte del Golfo de California, por encima de 500 m, con agua que entra por la capa de fondo, agua que sale en la capa intermedia, y una capa superficial que se revierte estacionalmente. Marinone (2003) usó un modelo tridimensional para concluir que calor y sal fluyen hacia fuera del golfo en los primeros 200 m de la superficie y hacia el interior del golfo a profundidades de 200–600 m, y que la mayor parte del balance de calor en el gofo está definido en los 350 m superiores. El modelo de Marinone (2003) predice un fuerte intercambio entre el norte y el sur del golfo con velocidades superficiales relativamente altas en el área entre las dos Grandes Islas la mayor parte del tiempo, hacia el sur en "invierno" y hacia el norte en "verano", y muy poco intercambio de agua a través del Canal de Ballenas.

Una serie de tiempo de 20 días de las corrientes en el umbral de San Lorenzo resulta consistente con un modelo de intercambio profundo (Badan-Dangon *et al.* 1991). López y García (2003) generaron una serie de tiempo de 9 meses y encontraron una corriente persistente que fluye cerca del fondo, a una profundidad de 340 m, en el umbral que separa la Cuenca Tiburón de la Cuenca Delfín. La corriente fluyó hacia el norte a un promedio de 27 cm s^{-1}. Estos autores reportaron que, a profundidades por encima de 260 m, el promedio de corrientes era mucho más variable y débil, pero que derivaban muy abruptamente hacia el NO cerca del fondo; y que las corrientes sobre la plataforma continental eran opuestas a las que fluían sobre el umbral, lo cual resulta consistente con un mecanismo de compensación. El modelo tridimensional de Marinone y Lavín (2003) tuvo como resultado una corriente cercana al fondo en el umbral de San Esteban y San Lorenzo que fluye hacia el noroeste causando una estructura vertical que consta de dos capas en invierno y tres en verano. Esta última consiste en una capa superficial que fluye hacia el norte del

Copyrighted material

golfo, una intermedia que fluye hacia fuera, y un flujo permanente cercano al fondo hacia el norte. Usando mediciones directas López *et al.* (2005) encontraron corrientes profundas que fluyen hacia el interior del Canal de Ballenas tanto en su entrada sur como en su entrada norte, y esta convergencia en la profundidad implica una divergencia en la superficie, con flujo de agua hacia fuera del canal en ambas entradas, hacia el norte y hacia el sur.

Algunas especies de peces costeros que viven en el litoral rocoso de Baja California muestran una estructura genética bien definida, con divisiones genéticas intraespecíficas en poblaciones que viven al norte y al sur del Canal de Ballenas. Es probable que la circulación oceanográfica restrinja el transporte de huevos y larvas (Riginos 2005). Primero, la existencia de pares de giros con rotaciones ciclónica (al norte) y anticiclónica (al sur) (Pegau 2002) produce corrientes que pueden transportar partículas pasivas del litoral de Baja California mar adentro y hacia aguas profundas; segundo, aunque el flujo de mareas sea masivo en esta región, ocurre muy poco intercambio de agua entre el norte y el centro del golfo a través del Canal de Ballenas, tal y como se ha mencionado; y tercero, López *et al.* (2005) han sugerido la posibilidad de que exista un flujo superficial divergente a través del Canal de Ballenas. Estos mecanismos pueden actuar como barreras correspondientes al límite entre las regiones biogeográficas norte y centro del Golfo de California, a lo largo de la Península de Baja California.

Distribución de las propiedades físicas y químicas

Las características hidrográficas más notables del Canal de Ballenas son sus altas concentraciones de oxígeno, temperaturas y salinidades a grandes profundidades. Comparadas con las condiciones en el sur del golfo, a 1000 m existen diferencias de temperatura, salinidad y oxígeno de 6°C, 0.4 y >1 mL L^{-1}, respectivamente. Aquí no se presentan los mínimos de oxígeno y salinidad característicos de la mitad sur del golfo (fig. 2a, b, c). Las condiciones hidrográficas de la Cuenca Tiburón son similares a las del Canal de Ballenas, con valores muy similares de salinidad, temperatura y salinidad a las mismas profundidades. Durante el verano la termoclina en esta región se encuentra bien desarrollada, al igual que en cualquier otra parte del golfo (Roden 1964).

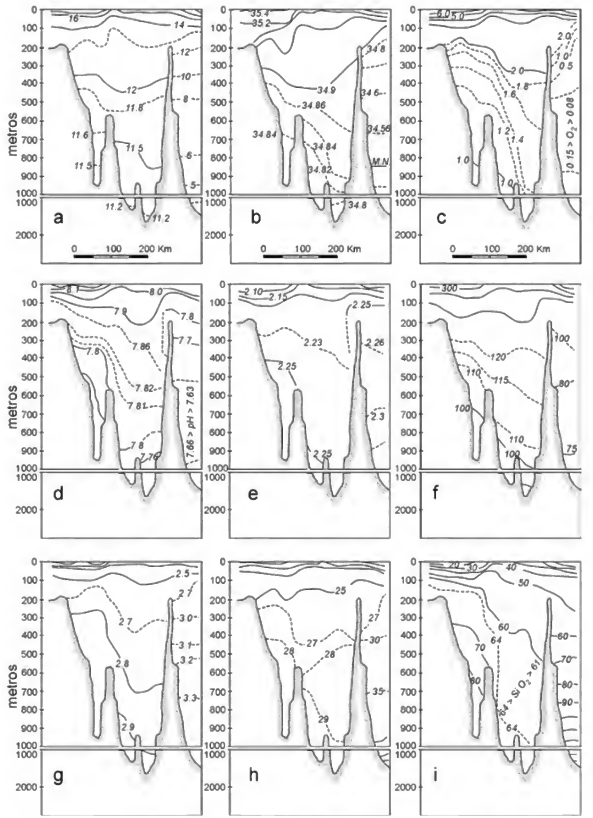
Copyrighted material

Los datos de pH son muy consistentes con los de oxígeno. En el Canal de Ballenas no hay un mínimo de pH, y los valores superficiales de este parámetro son los más bajos de todo el golfo, 8.1, disminuyendo a 7.95 a 100 m, y posteriormente de manera monotónica a 7.70 a 1500 m (fig. 2d). El carbono inorgánico disuelto (TCO_2) es máximo en el Canal de Ballenas, con valores de ~2.13 mmol kg^{-1}, comparados con 2.07 mmol kg^{-1} en la región sur del golfo. Nuevamente, el TCO_2 tiene un máximo a profundidades intermedias en las regiones centro y sur, mismo que no ocuirre en el Canal de Ballenas (fig. 2e). Debido al rápido descenso dep pH cerca de la superficie en las regiones centro y sur del golfo, el porcentaje de saturación del carbonato de calcio con respecto a calcita y aragonita disminuye rápidamente hasta la subsaturación a 300 y 70 m respectivamente. Así, minerales al sur de 28°N sólo la capa superficial se encuentra sobresaturada de estos minerales. La mayor temperatura y mayor pH en el Canal de Ballenas causa sobresaturación de calcita y aragonita hasta los 900 m (fig. 2f) y 130 m, respectivamente (Gaxiola-Castro *et al.* 1978).

En esta región la turbulencia creada por las intensas corrientes de marea actúa como una "bomba física" que transporta CO_2 de aguas profundas hacia la superficie y la atmósfera. Este es un mecanismo que opera de manera opuesta a la "bomba biológica" que transporta CO_2 de la superficie a aguas profundas (la fotosíntesis consume CO_2 en la superficie y después las partículas biogénicas se hunden hacia aguas profundas) Esta región actúa como una fuente continua de CO_2 a la atmósfera, con mayores flujos de CO_2 durante las mareas vivas. El mayor valor superficial de presión parcial de CO_2 (pCO_2) calculado para julio de 1990 en esta área (fig. 1) fue >400 µatm, comparado con una pCO_2 atmosférica de 350 µatm (su correspondiente mayor flujo de CO_2 fue de 23 mM m^{-2} d^{-1}). Zirino *et al.* (1997) calcularon la pCO_2 superficial para un

Figura 2 (página siguiente). Distribución vertical de las propiedades físicas y químicas en el Cnal de Ballenas y regiones adyacentes. Las ubicación de las estaciones hidrográficas se muestra en la figura 1 (○), a excepción de la estación más al norte. (a) Temperatura (°C), (b) salinidad, (c) oxígeno disuelto (mL L^{-1}), (d) pH, (e) bióxido de carbono total (TCO_2, mmoles Kg^{-1}), (f) porcentaje de saturación de carbonate de calcio con respecto a la calcita, (g) fosfato (µM), (h) nitrato (µM) y (i) silicato (µM). Adaptado de Gaxiola-Castro et al. (1978), y de Alvarez-Borrego et al. (1978).

Copyrighted material



Copyrighted material

transecto que se extendía desde la entrada del golfo hasta una localidad entre IAG e Isal Tiburón, en octubre–noviembre (un periodo de transición entre condiciones de verano e invierno), y reportaron valores de pCO_2 de hasta >550 µatm para la Región de las Grandes Islas. Con una columna de agua mucho menos estratificada durante el invierno, son de esperarse mayores flujos de CO_2 a la atmósfera que en el verano (Hidalgo-González *et al.* 1997).

En la Región de las Grandes Islas se encuentran las mayores concentraciones superficiales de nutrientes de todo el Golfo de California (Alvarez-Borrego *et al.* 1978). Las concentraciones superficiales de fosfatos, nitratos y silicatos en el Canal de Ballenas fueron de hasta 2.0, 13.0 y 29.0 µM, respectivamente. Allí, y de manera consistente con la distribución vertical de oxígeno, no existen máximos de nutrientes; éstos se incrementan monotónicamente con la profundidad hasta alrededor de 3.0, 30 y 70 µM, respectivamente, a 1500 m. A 1000 m las concentraciones de nutrientes son menores en el Cnal de Ballenas que en el golfo central y sur, con diferencias de 0.6 µM para los fosfatos, 12 µM para los nitratos, y 60 µM para los silicatos (fig. 2g–i) (Alvarez-Borrego *et al.* 1978).

Una característica singular de esta región es que se han encontrado zonas aisladas con concentraciones muy altas de fosfatos a 150–350 m, con valores hasta >5 µM, lo que implica altas concentraciones de nitrógeno y otros nutrientes inorgánicos reducidos (Cortés-Lara *et al.* 1999). Estos valores excepcionalmente altos de fosfatos se han encontrado durante diferentes cruceros en la Región de las Grandes Islas y con frecuencia fueron considerados anómalos. En el Océano Pacífico adyacente y en el sur del golfo los valores máximos de fosfatos a 900–1200 m son de 3.5 µM. Una posible explicación para este fenómeno es que esta turbulenta zona actúa como una "trampa" donde los nutrientes que llegan a la superficie por difusión en remolinos son asimilados por el fitoplancton, luego las partículas biogénicas se hunden al mismo tiempo que ocurren procesos de remineralización por degradación bacteriana, y a profundidades intermedias los "nuevos" nutrientes que están siendo transportados a la superficie se suman a los que resultan de la remineralización (Cortés-Lara *et al.* 1999). Los nitratos y silicatos no muestran las correspondientes altas concentraciones porque la degradación bacteriana produce formas reducidas de nitrógeno inorgánico, y la disolución de los exoesqueletos de diatomeas y otros organismos es lenta.

Copyrighted material

Delgadillo-Hinojosa *et al.* (2001) reportaron las distribuciones de cadmio (Cd) disuelto en los 1000 m superiores del área que se extiende entre la boca del Golfo de California y las Grandes Islas. El Cd es un micronutriente y típicamente se comporta muy parecido al PO_4 (Libes 1992). Al igual que para otros nutrientes, las mayores concentraciones superficiales de Cd se encontraron en la Región de las Grandes Islas (0.21–0.35 nmol L^{-1}), mientras que las menores estuvieron en la boca del golfo (0.08–0.16 nmol L^{-1}). Las aguas superficiales se encuentran enriquecidas en Cd en comparación con el Océano Pacífico adyacente (0.002–0.003 nmol l^{-1}), y esto es debido al mismo proceso que incrementa las concentraciones superficiales de micronutrientes.

Biomasa y producción del fitoplancton

La discontinuidad y gran variabilidad del fitoplancton se hicieron evidentes desde los primeros estudios de productividad orgánica en el Golfo de California (Allen 1938). A pesar de la intensa mezcla post mareas vivas, la columna de agua mantiene una fuerte estratificación en verano, con una termoclina que en ocasiones empieza desde la superficie, aunque algunas veces la capa de mezcla tiene hasta 80 m de profundidad. Las variables químicas y biológicas mantienen una estructura vertical aún después de las mareas vivas. Sin embargo, durante la turbulencia estival en el umbral entre las islas San Lorenzo y San Esteban transporta >30% del fitoplancton hacia debajo de la zona eufótica hasta >200 m, disminuyendo la fotosíntesis (Cortés-Lara *et al.* 1999). Este efecto debe ser mucho más fuerte durante el invierno, con mucha menos estratificación cerca de la superficie. En estudias de abundancia fitoplanctónica en el Canal de Ballenas (con la técnica del microscopio invertido), Cortés-Lara *et al.* (1999) y Millán-Núñez y Yentsch (2000) reportaron abundancias máximas en la superficie y cerca de ésta, similares y con valores de 15–18 × 10^3 cel L^{-1}, así como abundancias máximas de dinoflagelados de 5–9 × 10^3 cel L^{-1}, similares para verano e invierno, pero con mucho mayores concentraciones de nutrientes en invierno (NO_3 superficial hasta >16 μM) que en verano (NO_3 superficial hasta >3 μM). Esto indica que, con mucho mayores concentraciones de nutrientes y tasas fotosintéticas (ver más abajo), la mayor turbulencia mantiene las abundancias invernales de fitoplancton al mismo nivel que las de verano. El contenido de clorofila *a* por célula (los

Copyrighted material

valores de clorofila se discuten más abajo) es mayor en el invierno que en el verano debido a las mucho mayores excursiones a aguas más profundas y a la fotoaclimatación a menores niveles de luz durante el invierno. Cortés-Lara *et al.* (1999) reportaron 44 géneros de diatomeas, 18 de dinoflagelados, dos de silicoflagelados y uno de nanoflagelados para el verano, y Millán-Núñez y Yentsch (2000) reportaron 15 de diatomeas, 13 de dinoflagelados y dos de silicoflagelados para el invierno, por lo que la diversidad de fitoplancton parece ser mayor durante el verano.

Gaxiola-Castro *et al.* (2002) estudiaron el efecto de las ondas internas en el fitoplancton en la región con un experimento que duró 48 horas, y encontraron que con las mareas vivas las ondas internas alteraban la estructura de la columna de agua significativamente, con una variación en el campo de la estratificación. Estos autores reportaron que las concentraciones de nutrientes a profundidades >20 m se incrementaban hasta dos veces, aumentando >1.0 μM para el PO_4 y >7 μM para el NO_3. Durante el mismo periodo la concentración de clorofila *a* (Cl-*a*) se incrementó en más de 40% entre la superficie y el máximo profundo de Cl-*a*.

Con base en la distribución geográfica de restos de fitoplancton en los sedimentos superficiales, Round (1967) dividió el golfo en cuatro regiones, distinguiéndose notablemente entre ellas la Región de las Grandes Islas. Con base en la forma de los perfiles de Cl-*a*, Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2001) llegaron a una división del golfo muy similar. Estos autores usaron 268 perfiles para generar promedios de variables y parámetros que definen la forma del perfil de Cl-*a* para cada región del golfo. El máximo profundo de Cl-*a* (MPC) es una característica consistente en el océano, la Cl-a incrementa con la profundidad dentro de la zona eufótica, de la superficie hacia abajo hasta un punto donde la combinación de luz y niveles de nutrientes es óptima, y a partir de allí la CL-*a* disminuye debido a la limitación de luz. Millán-Núñez y Yentsch (2000) reportaron zonas discontinuas con valores superficiales de Cl-*a* de 1–2 mg m^{-3} en el Canal de Ballenas, con valores máximos de Cl-*a* subsuperficial excepcionales de hasta >4 mg m^{-3} para el invierno; y Cortés-Lara *et al.* (1999) reportaron también valores superficiales de hasta >2 mg m^{-3}, pero con frecuencia por debajo de 1 mg m^{-3} y tan bajos como 0.1 mg m^{-3} para el verano. Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2001) reportaron que el promedio de Cl-*a* superficial (3.1 ± 0.3 mg m^{-3} para el invierno, y 0.8 ± 0.2

Copyrighted material

mg m^{-3} para el verano) y la Cl-*a* integrada para toda la columna de agua, son mayores en la Región de las Grandes Islas que en las regiones centro y sur del golfo, y son similares a las del norte del golfo. Debido a la turbulencia y los altos niveles de nutrientes cerca de la superficie, la profundidad media del MPC es de tan sólo 14.1 ± 1.6 m en el invierno, y de 19.8 ± 3.2 m en el verano. Durante el invierno, aún con una capa superficial muy homogénea, el perfil de Cl-*a* mantiene su forma con un MPC debido a una variable física que tiene un gradiente vertical muy fuerte, la luz.

Alvarez-Borrego y Lara-Lara (1991) revisaron los datos disponibles de ^{14}C y encontraron muy pocos puntos geográficos con experimentos que permitan una estimación de la producción integrada de toda la zona eufótica en nuestra región de interés y de cruceros de 1960–1986. Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2004) usaron datos satelitales del color del océano para estimar los promedios de producción fitoplanctónica total y nueva para las regiones y estaciones del año definidas en su contribución de 2001. La producción primaria total del océano (P_T) tiene dos componentes, la producción nueva y la regenerada ($P_T = P_{nueva} + P_r$). La producción nueva (P_{nueva}) es la fracción de la producción primaria total que es sostenida por el aporte externo o "nuevo" de nutrientes (Dugdale y Goering 1967). Las células fitoplanctónicas usan los nutrientes reciclados dentro de la zona eufótica para la producción regenerada (P_r). Eppley y Peterson (1979) supusieron que P_{nueva} cuantitativamente equivalente a la materia orgánica que puede ser exportada de la producción total en la zona eufótica sin afectar el sistema de producción. Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2001) dividieron el año en dos estaciones: fría y cálida. La estación fría comprende de fines de noviembre a fines de junio, el resto del año es considerado la estación cálida. Sin embargo, junio y noviembre son meses de transición y, debido a la variabilidad interanual, en algunos años todo noviembre puede corresponder a la temporada fría. El rango de los promedios superficiales de Cl-*a* derivados de satélite para la Región de las Grandes Islas en las estaciones frías de 1997–2001 fue de 0.45–0.83 mg m^{-3}. La producción total integrada para la zona eufótica (gC m^{-2} d^{-1} o tonC km^{-2} d^{-1}) calculada a partir de estos datos de Cl-*a* resulta similar a las de otras regiones del golfo. El rango fue de 1.45–1.73 para el invierno y no se vio afectada significativamente por El Niño 1997–1998 que si afectó la región de la boca del golfo. Los valores

Copyrighted material

para el verano también resultaron similares para todo el golfo y fueron sólo ~25% de los valores invernales. La producción nueva integrada fue ~0.77 del valor total para invierno, y ~0.67 de la producción total del verano. Así, en todo el Golfo de California existe una fuerte estacionalidad tanto para la producción primaria total como para la nueva (Hidalgo-González y Alvarez-Borrego 2004). Valdez-Holguín y Lara-Lara (1987), basados en incubaciones con ^{14}C, reportaron también valores similares de producción integrada para todo el golfo. La mayor zona eufótica en las regiones del sur del golfo explica el hecho de que a pesar de los mayores valores de Cl-*a* en la Región de las Grandes Islas, el promedio de producción integrada es similar para todas las regiones del golfo. No obstante, la mayor parte de la producción primaria en la Región de las Grandes Islas se concentra en los primeros 15–20 m, comparados con los 30–37 m para las regiones del sur del golfo, lo que es factor ecológico significativo para la transferencia de energía a niveles tróficos más altos.

En el modelo usado por Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2004), las incertidumbres en las estimaciones de la producción total integrada en promedio se deben principalmente a incertidumbres en los parámetros fotosintéticos que describen la fisiológia del fitoplancton, y éstas pueden causar un error estándar de ~19%. Otras variables tales como la Cl-*a* superficial y el coeficiente de atenuación vertical de la luz pueden causar, cada una, errores estándar de ~2–3%. Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2004) indicaron que la comparación rigurosa de las series de tiempo de producción total integrada derivadas de datos de satélites con los resultados de incubaciones con ^{14}C es difícil debido a las diferentes características espacio temporales de estas mediciones. Sin embargo, es interesante comparar ambos tipos de datos. Alvarez-Borrego y Lara-Lara reportaron 16 valores puntuales de producción derivados de ^{14}C para el invierno y para la Región de las Grandes Islas con un promedio de 2.1 gC m^{-2} d^{-1}, comparado con nuestro rango de 1.45–1.73 gC m^{-2} d^{-1}. Estos autores no reportan valores para la estación cálida en la región de estudio. Millán-Núñez *et al.* (1993) reportaron valores de ^{14}C de producción total integrada en cinco localidades de la región de estudio para un crucero en noviembre de 1987, con un promedio de 1.5 gC m^{-2} d^{-1}, lo cual se encuentra dentro del rango reportado por Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2004) para la estación fría. Los altos valores de producción total

Copyrighted material

estimado por Millán-Núñez *et al.* (1993) indican que noviembre de 1987 fue parte de la estación fría. A pesar de las grandes diferencias en sus escalas espacial y temporal, ambos métodos proporcionan promedios muy cercanos y, dadas las incertidumbres de nuestras estimaciones derivadas de datos de satélite, las diferencias no son significativas.

Berman (1975) usó experimentos de incubación en la Región de las Grandes Islas para estimar que hasta 66% del ^{14}C asimilado se encontraba en células de fitoplancton que podían pasar por filtros con poros de 3 μm. No obstante, Valdez-Holguín y Lara-Lara (1987) encontraron que en esta región con frecuencia la contribución del microfitoplancton (células >20 μm) es mayor que la del nanofitoplancton (células <20 μm).

Las aguas cerca de la costa

Hay muy poca información acerca de las propiedades físicas, químicas y biológicas de las aguas costeras. Gillmartin y Revelante (1978) reportaron valores de ^{14}C de productividad de 1–8 mgC m^{-3} h^{-1} para las aguas superficiales de Bahía de los Ángeles (BLA), comparados con los promedios de 4.7–8.2 mgC m^{-3} h^{-1} derivados por Hidalgo-González y Alvarez-Borrego (2004) de datos de satélite para las aguas superficiales de toda la Región de las Grandes Islas (valores que fueron usados para sus estimaciones de producción integrada pero no publicados en detalle para cada profundidad). Para la primavera de 1989, Cajal-Medrano *et al.* (1992) reportaron valores de productividad primaria de ^{14}C de 6–36 mgC m^{-3} h^{-1} en las aguas superficiales de Puerto Don Juan, una pequeña laguna costera en la parte sur del Canal de Ballenas, al sureste de BLA (centrada en 28°56'40"N, 113°27'O). Estos últimos altos valores de productividad fueron asociados con altas concentraciones superficiales de NO_3 (5.5–17.1 μM). Millán-Núñez (1988) reportó un evento de marea roja en BLA que ocurrió en agosto de 1987, con concentraciones de 2 × 10^6 cel L^{-1} de *Gonyaulax polygramma*, y abundancias normales de otros siete géneros de dinoflagelados and ocho de diatomeas. Esta marea roja causó gran mortalidad de peces en las playas.

Gutiérrez-Galindo *et al.* (1999) estudiaron las concentraciones de Cu, Mn, Zn, Al, Cd, Ag, As y Se en los tejidos blandos de mejillones (*Modiolus capax*) recolectados en tres localidades del Golfo de California: Punta Es-

Copyrighted material

trella (cerca de San Felipe), BLA y Santa Rosalía. Se ha propuesto el uso de organismos centinelas, como los mejillones, para ser utilizados como indicadores biológicos cuantitativos de contaminación por metales pesados en los ambientes marinos. En los mejillones de BLA se encontraron concentraciones de Cu, Mn, Zn, Al y Se. El Cd, un metal tipo nutriente que, como ya se ha mencionado, se comporta muy parecido al fosfato, presentó sus más altas concentraciones en los mejillones recolectados en BLA, lo cual sería de esperarse en áreas de intensas surgencias y/o, no obstante sus concentraciones fueron menores que las encontradas en mejillones recolectados en el litoral pacífico de la Península de Baja California. Los niveles de Ag fueron consistentemente bajos, con concentraciones intermedias en los organismos recolectados en BLA. El As no mostró diferencias estadísticamente significativas entre localidades. En Santa Rosalía operó una importante mina de Cu desde principios del siglo XX, lo que explica las altas concentraciones de este mental en los mejillones allí recolectados. Punta Estrella recibe material sedimentario del Río Colorado, lo que explica las relativamente altas concentraciones de Al, Mn y Se en los organismos que crecen allí (Gutiérrez-Galindo *et al.* 1999). Por otra parte, las concentraciones de estos metales pesados en los mejillones de BLA indican que las aguas de la Región de las Grandes Islas están libres de impactos antropogénicos y de los efectos de los aportes de ríos.

Resumen

Las mayores temperaturas superficiales y las mayores concentraciones superficiales de nutrientes y CO_2 en el Golfo de California se encuentran de manera persistente en la Región de las Grandes Islas. En esta región las corrientes de marea son muy fuertes y se da una mezcla intensa, que dan como resultado constantes surgencias. Por esta razón, la productividad primaria es alta y soporta gran cantidad de aves y mamíferos marinos. Además, esta mezcla debida a las mareas actúa como una "bomba física" que transporta continuamente CO_2 de aguas profundas a la superficie y la atmósfera en la región, cuyos mayores flujos ocurren durante las mareas vivas y en invierno. Los valores de productividad primaria en aguas superficiales de Bahía de los Ángeles, medidos con ^{14}C, varían entre 1 y 8 mgC

Copyrighted material

m^{-3} h^{-1}, los valores medios derivados de imágenes de satélite para las aguas superficiales de toda la Región de las Grandes Islas se sitúan entre 4.7 y 8.2 mgC m^{-3} h^{-1}. Mediante imágenes de satélite se ha mostrado que la variabilidad en la biomasa de fitoplancton en esta región no está dominada por El Niño. El agua en el Canal de Ballenas proviene de la mezcla de aguas superficiales y aguas tan profundas como el umbral. El Canal de Ballenas se caracteriza por altas concentraciones de oxígeno, temperaturas y salinidades a gran profundidad. Aquí no ocurren los mínimos profundos de oxígeno y salinidad característicos de la mitad sur del golfo. La Cuenca Tiburón presenta condiciones hidrográficas similares a las del Canal de Ballenas, pero está más comunicada con el sur del golfo. Las ondas internas que ocurren en la Región de las Grandes Islas tienen una gran correlación con la intensidad de las mareas locales. Las series de tiempo de la distribución vertical de las propiedades químicas y biológicas muestran que, en las capas subsuperficiales con profundidades de 40 a 100 m, estas ondas internas producen oscilaciones en los isogramas con intervalos máximos de ~50 m, lo que tiene un efecto significativo en la productividad del plancton.

Abstract

The lowest surface temperatures and the highest surface nutrient and CO_2 concentrations in the entire Gulf of California are persistently found in the Midriff Island region. Tidal currents are very strong in this region and intense mixing occurs creating a situation similar to constant upwelling. Thus, primary productivity is high and this area supports large numbers of sea birds and marine mammals. Furthermore, this tidal mixing acts as a "physical pump" that continuously carries CO_2 from deep waters to the surface and the atmosphere in this region, with greatest CO_2 fluxes during spring tides and winter. Primary productivity values of the surface waters of Bahía de los Ángeles, measured with ^{14}C, are in the range 1–8 mgC m^{-3} h^{-1}, and satellite-derived average values for the surface waters of the whole Midriff Island region are 4.7-8.2 mgC m^{-3} h^{-1}. Using satellite imagery, it has been shown that variability of phytoplankton biomass in this region is not dominated by El Niño events. The water in Ballenas Channel comes from mixing between the surface and sill

Copyrighted material

depths. The outstanding hydrographic features of Ballenas Channel are high oxygen concentrations, temperatures and salinities at great depths. The deep oxygen and salinity minima, characteristic of the southern half of the gulf, do not occur here. Tiburón Basin has hydrographic conditions similar to those of Ballenas Channel, but it has more open communication with the southern gulf. Internal waves in the Midriff Island region are highly correlated with the strength of local tides. Time series of the vertical distribution of chemical and biological properties show that, in the subsurface layers with depths 40-100 m, these internal waves produce oscillations of the isograms with maximum ranges of ~50 m, and this has a significant effect on phytoplankton productivity.

Referencias

Allen WE. 1938. The Templeton Crocker expedition to the Gulf of California in 1935: the phytoplankton. *Am. Micr. Soc. Trans.* 67: 328–335.

Alvarez-Borrego S, Rivera JA, Gaxiola-Castro G, Acosta-Ruiz MJ, Schwartzlose RA. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 5: 21–36.

Alvarez-Borrego S, Lara-Lara JR. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: JP Dauphin, BR Simoneit (eds.), *The Gulf of California and peninsular province of the Californias*. Am. Assoc. Petr. Geol., Memoir 47. pp. 555–567.

Álvarez-Sánchez LG, Badan-Dangon A, Robles JM. 1984. Lagrangian observations of near-surface currents in Canal de Ballenas. *CalCOFI Rep.* 25: 35–42.

Argote ML, Amador A, Lavín MF, Hunter JR. 1995. Tidal dissipation and stratification in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 100: 16103–16118.

Badan-Dangon A, Hendershott MC, Lavín MF. 1991. Underway Doppler current profiles in the Gulf of California. *Eos Trans. AGU* 72: 217–218.

Berman T. 1975. Size fractionation of natural aquatic populations associated with autotrophic and heterotrophic carbon uptake. *Mar. Biol.* 33: 215–220.

Bray NA. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 93: 4993–5020.

Cajal-Medrano R, Millán-Núñez R, Santamaría-del-Ángel E. 1992. Photosynthetic quotients in the Gulf of California during autumn 1987 in the central region and spring 1989 in Puerto Don Juan. *Cienc. Mar.* 18: 1–16.

Copyrighted material

Cortés-Lara MC, Alvarez-Borrego S, Giles-Guzmán AD. 1999. Efecto de la mezcla vertical sobre la distribución de nutrientes y fitoplancton en dos regiones del Golfo de California, en verano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 49: 193–206.

Delgadillo-Hinojosa F, Macías-Zamora JV, Segovia-Zavala JA, Torres-Valdés S. 2001. Cadmium enrichment in the Gulf of California. *Mar. Chem.* 75: 109–122.

Dugdale RC, Goering JJ. 1967. Uptake of new and regenerated forms of nitrogen in primary productivity. *Limnol. Oceanogr.* 12: 196–206.

Eppley RW, Peterson BJ. 1979. Particulate organic matter flux and planktonic new production in the deep ocean. *Nature* 282: 677–680.

Fu LL, Holt B. 1984. Internal waves in the Gulf of California: observations from a space-borne radar. *J. Geophys. Res.* 89: 2053–2060.

Gaxiola-Castro G, Alvarez-Borrego S, Schwartzlose RA. 1978. Sistema del bióxido de carbono en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 5: 25–40.

Gaxiola-Castro G, Alvarez-Borrego S, Nájera-Martínez S, Zirino, AR. 2002. Internal waves effect on the Gulf of California phytoplankton. *Cienc. Mar.* 28: 297–309.

Gilmartin M, Revelante N. 1978. The phytoplankton characteristics of the Barrier Island lagoons of the Gulf of California. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 7: 29–47.

Green-Ruiz YA, Hinojosa-Corona A. 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from 1990 to 1994, using satellite images of sea surface temperatures. *J. Plankton Res.* 19: 957–968.

Gutierrez-Galindo EA, Villaescusa-Celaya JA, Arreola-Chimal A. 1999. Bioaccumulation of metals in mussels from four sites of the coastal region of Baja California. *Cienc. Mar.* 25: 557–578.

Hidalgo-González RM, Alvarez-Borrego S, Zirino A. 1997. Mixing in the region of the Midriff Islands of the Gulf of California: Effect on surface pCO_2. *Cienc. Mar.* 23: 317–327.

Hidalgo-González RM, Alvarez-Borrego S. 2001. Chlorophyll profiles and the water column structure in the Gulf of California. *Oceanol. Acta* 24: 19–28.

Hidalgo-González RM, Alvarez-Borrego S. 2004. Total and new production in the Gulf of California estimated from ocean color data from the satellite sensor SeaWIFS. *Deep-Sea Res.* II 51: 739–752.

Lavín MF, Organista S. 1988. Surface heat flux in the northern Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 92: 2901-2906.

Copyrighted material

Libes SM. 1992. *An introduction to Marine Biogeochemistry*. Wiley, New York, 734 pp.

López M, García J. 2003. Moored observations in the northern Gulf of California: A strong bottom current. *J. Geophys. Res.* 108, No. C2, 3048, doi: 10.1029/2002JC001492.

López M, Candela J, Argote ML. 2005. Origen y circulación del agua profunda en el norte del Golfo de California. *Geos* 25: 136.

Marinone SG. 2003. A three-dimensional model of the mean and seasonal circulation of the Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 108, No. C10, 3325, doi: 10.1029/2002JC001720.

Marinone SG, Lavín MF. 2003. Residual flow and mixing in the large islands regions of the central Gulf of California. En: OU Velasco Fuentes, J Sheinbaum, JL Ochoa de la Torre (eds.), *Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics*, Kluwer Academic Publishers, Amsterdam. Pp. 213–236.

Millán-Núñez R, Cajal-Medrano R, Santamaría-del-Ángel E, Millán-Núñez E. 1993. Primary productivity and chlorophyll *a* in the central part of the Gulf of California (Autumn 1987). *Cienc. Mar.* 19: 29–40.

Millán-Núñez E. 1988. Red tide in Bahía de los Ángeles. *Cienc. Mar.* 14: 51–55.

Millán-Núñez E, Yentsch CM. 2000. El Canal de Ballenas, Baja California, como ambiente favorable para el desarrollo de fitoplancton. *Hidrobiológica* 10: 91–100.

Pegau WS, Boss E, Martínez A. 2002. Ocean color observations of eddies during the summer in the Gulf of California. *Geophys. Res. Lett.* 29: 10.1029/2001GL014076.

Riginos C. 2005. Cryptic vicariance in Gulf of California fishes parallels vicariant patterns found in Baja California mammals and reptiles. *Evolution* 59: 2678–2690.

Roden GI. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: TH Van Andel, GG Shor Jr (eds.), *Marine Geology of the Gulf of California: a symposium*, Am. Ass. Petr. Geol., Memoir 3: 30–58.

Roden GI, Groves GW. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.* 18: 10–35.

Round FE. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 1: 76–97.

Robinson MK. 1973. *Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico*. San Diego Soc. Nat. Hist., Memoir 5, San Diego, 97 pp.

Santamaría-del-Ángel E, Alvarez-Borrego S, Muller-Karger FE. 1994. The 1982–1984 El Niño in the Gulf of California as seen in coastal zone color scanner imagery. *J. Geophys. Res.* 99: 7423–7431.

Copyrighted material

Shepard FP. 1950. Submarine topography of the Gulf of California, Part 3 of the 1940 EW Scripps cruise to the Gulf of California. Geol. Soc. Am. Memoir 43, 32 pp.

Simpson JH, Souza AJ, Lavín MF. 1994. Tidal mixing in the Gulf of California. En: KJ Beven, PC Chatwin, JH Millbank (eds.), *Mixing and Transport in the Environment*, John Wiley & Sons Ltd, London. Pp. 169–182.

Sverdrup HU. 1941. The Gulf of California: preliminary discussion on the cruise of the E.W. Scripps in February and March 1939. 6th *Pacific Sci. Cong. Proc.* (3): 161–166.

Tershy BR, Breese D, Alvarez-Borrego S. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 69: 299–302.

Torres-Orozco E. 1993. Análisis volumétrico de las masas de agua del Golfo de California. Tesis de Maestría en Ciencias, CICESE, Ensenada, 79 pp.

Valdez-Holguín JE, Lara-Lara JR. 1987. Primary productivity in the Gulf of California: Effects of El Niño 1982-1983 event. *Cienc. Mar.* 13: 34–50.

Velarde E, Ezcurra E. 2000. Breeding dynamics of Heermann's Gulls. En: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *Island Biogeography in the Sea of Cortez*, Univ. Oxford Press. Pp. 313–325.

Zirino A, Hernández-Ayón JM, Fuhrmann RA, Alvarez-Borrego S, Gaxiola-Castro G, Lara-Lara JR, Bernstein RL. 1997. Estimate of surface pCO_2 in the Gulf of California from underway pH measurements and satellite imagery. *Cienc. Mar.* 23: 1–22.

Copyrighted material

Copyrighted material

3 *Clima*

Tereza Cavazos

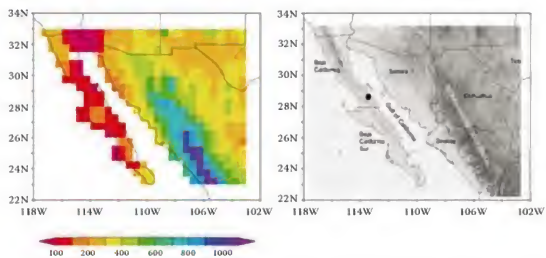
Introducción

Debido a la situación de la República Mexicana con respecto a la zona subtropical de alta presión y a la orientación general de sus principales sierras, existen en el país algunas zonas áridas con climas muy secos y extremosos. Bahía de los Ángeles (BLA) se localiza en la franja costera del Desierto Sonorense que corre a lo largo de la costa noroccidental del Golfo de California (fig. 1). De todo el Desierto Sonorense, esta franja costera del golfo (0–400 msnm) es la que menos lluvia registra al año por estar localizada en la sombra orográfica de las sierras de Baja California (fig. 1) y bajo la fuerte influencia del anticiclón del Pacífico Norte. Las zonas áridas se caracterizan por una alta variabilidad climática, con años consecutivos de poca lluvia interrumpidos esporádicamente por el paso de alguna tormenta. Por lo tanto, en las zonas áridas un año con poca precipitación (muy por debajo del promedio) no implica sequía.

En el Estado de Baja California las lluvias invernales son las más importantes del año y están asociadas a fluctuaciones interanuales debidas a El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) (e.g., Pavía y Badán 1998, Minnich *et al.* 2000). Las lluvias tienden a ser mayores de lo normal durante años de El Niño (EN) y menores de lo normal durante La Niña (LN) en gran parte del

Copyrighted material

Figura 1. (a) Precipitación anual (mm) en el Noroeste de México. (b) Localización de Bahía de Los Angeles (•) y topografía de la región



estado (Minnich *et al.* 2000). Por otra parte, también se han reportado inundaciones en el área de Tijuana/San Diego durante el paso de vaguadas y frentes fríos en años neutrales (N; Cavazos y Rivas 2004). Por su escala sinóptica, es muy probable que estos últimos sistemas también modulen parcialmente la lluvia invernal en todo el estado. Las incursiones sinuosas de la corriente en chorro subtropical juegan un papel fundamental en la advección de vientos húmedos del oeste y suroeste hacia la región (e.g., Minnich *et al.* 2000, Cavazos y Rivas 2004); también modulan la entrada de vientos fríos y secos del oeste (los "westes") y del noroeste (los "nortes"), los cuales pueden ser muy intensos en algunas partes del golfo (e.g., Amador *et al.*, 1991; Badán *et al.* 1991) ya que el viento incrementa su velocidad al bajar por las sierras o al pasar por las cañadas de Baja California.

En el verano ocurre fuerte actividad convectiva en el noroeste de México cuando el anticiclón de las Bermudas se expande sobre la Altiplanicie Mexicana y el suroeste de los Estados Unidos (e.g., Cavazos *et al.* 2002, Higgins *et al.* 2003). Esto se asocia con una inversión estacional de los vientos alisios que permite la entrada de vientos húmedos del sur hacia el Golfo de California (Bordoni *et al.* 2004), los cuales al interactuar con la Sierra Madre Occidental producen ascenso orográfico y lluvias monzónicas. Debido a esta influencia orográfica gran parte de las lluvias precipitan sobre Sinaloa y

Copyrighted material

Sonora y pocas en la Península de Baja California (fig. 1). El factor que contribuye a cambiar el paisaje estival de la península desde los 30°N hasta Los Cabos (23°N) es el paso de tormentas tropicales y huracanes que se recurvan al aproximarse a la costa occidental y que, esporádicamente, logran aterrizar en la península entre julio y octubre. Esta parte de la península es el área preferida para la entrada de huracanes, y septiembre es el mes de mayor incidencia (e.g., Latorre y Penilla 1988, Farfán 2004) tanto en el Pacífico como en el Atlántico (Jáuregui, 2003). En este capítulo se mostrará que la influencia de los ciclones tropicales marca una diferencia significativa en la variabilidad de las lluvias entre el norte y el sur de Baja California.

Se sabe que las lluvias de verano tienen una gran influencia en la germinación y distribución de muchas especies de plantas en el Desierto Sonorense (e.g., Turner *et al.* 1995, Bowers *et al.* 2004). Además, las bajas temperaturas también juegan un papel muy importante en la vegetación del Desierto Sonorense ya que determinan su distribución y frontera (Turner *et al.* 1995). Por lo tanto el objetivo de este trabajo es analizar los eventos extremos de lluvia y temperatura en BLA para determinar los factores que más contribuyen a la variabilidad climática de la región tanto a escala estacional como interanual.

Datos

Se utilizaron datos diarios de lluvia, temperatura máxima y temperatura mínima de la estación del Servicio Meteorológico Nacional en BLA (28°57'N; 113°34'W) para el periodo 1953–2002. También se utilizaron datos diarios climatológicos de estaciones de la península y del Desierto Sonorense mediante la base de datos ERIC III del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Puesto que la mayor precipitación ocurre entre julio y diciembre, el año se considera de julio del año inicial a junio del año siguiente. Los eventos extremos diarios se definen como aquellos que están por encima del percentil 90 (>P90) o por debajo del percentil 10 (<P10); en el caso de la lluvia sólo se consideran los días con lluvia mayor que cero. El límite de P90 para la lluvia fue de 16 mm d^{-1}. Los años extremos (secos y húmedos) se obtuvieron dividiendo la precipitación anual en terciles; los años secos corresponden al tercil inferior ó <P33 y los húmedos al tercil superior ó > P66. El mapa anual de lluvia que se muestra en la figura 1 se obtuvo con datos diarios en malla

Copyrighted material

(0.5° de resolución espacial) de la Universidad de Washington (Zhu y Lettenmaier 2007).

La información sobre ciclones tropicales se obtuvo de las trayectorias históricas de huracanes del Pacífico Oriental disponibles en la página de Unisys Weather: http://weather.unisys.com/hurricane/e_pacific/. Las estadísticas sobre huracanes son más confiables a partir de 1970, cuando se empezó a estimar la intensidad de ciclones tropicales mediante la técnica de Dvorak basada en observaciones satelitales (Whitney y Hobgood 1997).

Las características típicas de los eventos extremos diarios de lluvia y temperatura se determinaron mediante mapas de compuestos de algunas variables atmosféricas directamente de la base de datos del reanálisis del National Center for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research (NCEP/NCAR) disponible en la página http://www.cdc.noaa.gov/Composites/Day/, la cual tiene una resolución espacial de 2.5° (~250 km).

Los eventos extremos de lluvia se clasificaron de acuerdo al nuevo Índice Oceánico del Niño (ONI, Oceanic Niño Index) de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de los Estados Unidos, disponible en la página http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html. Este índice se basa en tres meses corridos de anomalías de temperatura superficial del mar (TSM) de la región El Niño 3.4 (5°N–5°S, 120°–170°W) de la base de datos históricos de la TSM reconstruida y extendida por Smith y Reynolds (2003). Tres meses consecutivos con valores positivos $\geq +0.5$ (negativos ≤ -0.5) del ONI indican episodios de El Niño (La Niña).

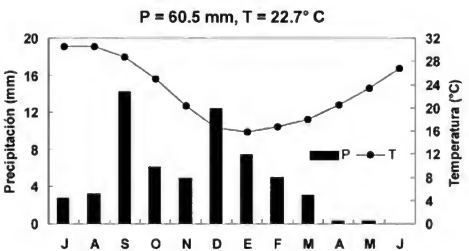
Descripción general del clima de Bahía de los Ángeles

El clima de BLA es árido y muy extremoso, con alta radiación solar, poca precipitación pluvial, alta evaporación y vientos muy variables (e.g., Amador *et al.* 1991). El clima árido de esta parte del Desierto Sonorense se caracteriza por lluvias escasas todo el año (fig. 1; 60.5 mm a^{-1}), pero con una distribución bimodal (fig. 2) que permite la presencia de una gran diversidad de flora desértica. Cuarenta y cuatro por ciento de la lluvia ocurre de julio a octubre y 55% de noviembre a marzo; en abril, mayo y junio casi no llueve. Septiembre es el mes que registra mayor precipitación debido a la influencia esporádica de tormentas tropicales y huracanes. De hecho, este pico se observa en casi

Copyrighted material

todas las estaciones meteorológicas de Baja California localizadas al sur de 30°N; al norte de esta latitud la contribución de la lluvia de verano es pequeña y se debe principalmente a sistemas convectivos de mesoescala que se forman en las sierras. El segundo pico de la distribución de lluvia ocurre en diciembre, y se asocia a fluctuaciones interanuales debidas al ENOS y a eventos sinópticos durante el paso de vaguadas (baja presión) en la corriente en chorro subtropical (~10 km de altura) y frentes fríos.

Figura 2. Ciclo estacional de la precipitación y la temperatura media mensual. El año se inicia en julio (J) y termina en junio (J) del año siguiente. Los valores de la precipitación (P) y la temperatura (T) media anual se muestran en la parte superior. Periodo de 1954–1988



Las escasas pero intensas lluvias que ocurren de septiembre a diciembre generan algunos cauces efímeros en las sierras que rodean a BLA, como la Sierra de La Asamblea, Libertad y San Borja; entre ellos cabe destacar al Río Salsipuedes, al Arroyo Santa Isabel, al Río Mesa de Yubay y al Arroyo San Pedro, que pertenecen a la Región Hidrológica 5, también conocida como Baja California centro-este (www.bajacalifornia.gob.mx). Ninguno de estos cauces tiene una cuenca propiamente dicha debido a su origen efímero. Por lo tanto, el aprovechamiento y suministro de agua en la región es muy limitado debido a la lenta recuperación de pozos y lagunas.

Aunque las lluvias en BLA son esporádicas, cuando llueve se recargan los pozos y la Laguna de Agua Amarga, localizada a unos cuantos kilómetros al noroeste de la bahía. Asimismo, el desierto florece tres o cuatro meses des-

Copyrighted material

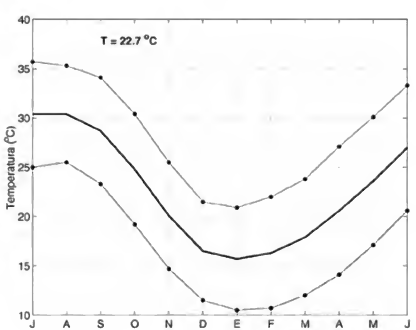
Figura 3. Enero de 1998: flores silvestres típicas de las zonas arenosas de Bahía de los Ángeles después de las lluvias de septiembre (huracán Nora) y diciembre de 1997. Foto: Jeff Seminoff, http://www.desertmuseum.org/programs/flw_blooming.html

[Copyright material]

pués creando paisajes espectaculares como el que se muestra en la figura 3. Este bello paisaje es consecuencia del huracán Nora que produjo 58 mm de lluvia en dos días de septiembre de 1997 y de una tormenta de diciembre (típica de eventos ENOS) que generó 35 mm también en dos días. La presencia de plantas perennes y flores anuales refleja fielmente el gran impacto de unos cuantos días de lluvia extrema en la región. Desde el punto de vista ecológico, las lluvias invernales podrían ser más efectivas que las de verano, ya que estas últimas son más intensas y de menor duración que las de invierno. Sin embargo, algunos trabajos (e.g., Turner *et al.* 1995, Bowers *et al.* 2004) documentan que las lluvias de verano así como las horas de frío, cercanas a cero grados (Turner *et al.* 1995), juegan un papel muy importante en la germinación y distribución de muchas especies del Desierto Sonorense.

La temperatura media anual en BLA es de 22.7°C, siendo enero y febrero los meses más fríos y julio y agosto los más calientes, como se ilustra en el climograma de la figura 2. Las temperaturas máximas extremas también se presentan en julio y agosto (>35°C) y las más bajas en enero y febrero (<11°C; fig. 4). Sin embargo, durante el verano las temperaturas máximas absolutas

Figura 4. Ciclo estacional de la temperatura media máxima y media mínima mensual; la curva del centro es la temperatura media mensual. Tmax media = 28.2°C, Tmedia = 22.7°C, Tmin media = 17.2°C

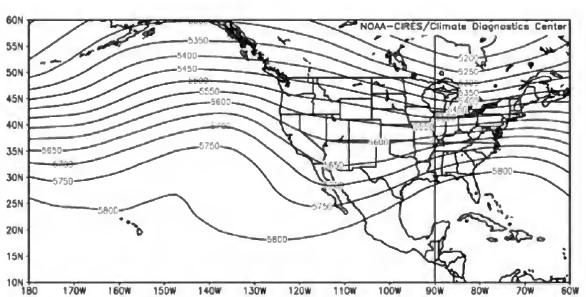


Copyrighted material

pueden llegar a ser mayores de 40°C en algunos días de junio y agosto cuando el anticiclón de las Bermudas domina el norte de México. Las altas temperaturas son particularmente sofocantes durante el día cuando hay calmas; los esporádicos y repentinos chubascos que ocurren cuando hay un huracán cerca de la península o cuando hay brisas del sur ("sures") ayudan a mitigar un poco el calor. Las brisas marinas del sur y sureste son comunes en las tardes de verano, y en las noches generalmente se registran calmas con brisas débiles de tierra (e.g., Amador et al. 1991, Badan et al. 1991). Algunas veces también se presentan eventos de varios días con vientos fuertes ($\geq$ 10 m s^{-1}) que levantan mucho polvo, pero son más esporádicos que los de invierno (Amador et al. 2001).

En el invierno las temperaturas mínimas absolutas pueden llegar a ser menores de 5°C de noviembre a febrero y hasta de 1°C en enero durante el paso de pequeñas ondas sinópticas en la circulación de los vientos del oeste (corriente en chorro subtropical en la troposfera media-alta). El sistema se caracteriza por una baja presión débil en las Aleutianas, un anticiclón del Pacífico Norte anormalmente intenso y una vaguada cerca de California/Baja California, como se muestra en el mapa compuesto de eventos fríos en la figura 5. Este patrón es más común durante inviernos no-EN caracterizados

Figura 5. Promedio del compuesto diario de alturas geopotenciales (m) a 500 mb durante los 25 días más fríos (1°C–5°C) en Bahía de los Ángeles. Periodo de 1951–2001



Copyrighted material

por una Corriente de California fría y un patrón de teleconexión negativo del modo Pacífico/Norte América (–PNA; http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/pna.html) similar al de la figura 5. El sistema genera vientos fuertes, secos y fríos del oeste y noroeste ("westes"), los cuales se vuelven más intensos al bajar por las sierras y cañadas de la región (vientos katabáticos). En un día o menos el anticiclón del Pacífico migra hacia la Gran Cuenca (Nevada-Arizona) generando vientos fríos y fuertes del noroeste y del norte, los cuales invaden el Golfo de California y llegan a sentirse en la región de estudio (no se muestran), lo que es consistente con lo reportado por Badán *et al.* (1991; ver su fig. 9). En esta última etapa el impacto sinóptico del anticiclón de la Gran Cuenca puede durar hasta una semana (Badán *et al.* 1991). Esporádicamente, el anticiclón de la Gran Cuenca también genera vientos del norte fuertes, secos y cálidos que se asocian con eventos Santa Ana en California y Baja California (Castro *et al.* 2003), los cuales llegan a sentirse algunas veces en BLA durante el otoño e invierno.

Los vientos en el Golfo de California y en BLA presentan una marcada inversión estacional (Amador *et al.* 1991, Badán *et al.* 1991). La influencia combinada de la corriente en chorro subtropical, el anticiclón del Pacífico Norte y el de la Gran Cuenca resulta en vientos fuertes de oeste a noroeste durante el invierno. En el verano, el anticiclón de la Gran Cuenca se debilita dando lugar a una baja térmica y el anticiclón de las Bermudas migra hacia el noroeste de México; ambos factores permiten la entrada de los vientos del sur y sureste al Golfo de California (e.g., Cavazos *et al.* 2002, Higgins *et al.* 2003, Bordoni *et al.* 2004). En las estaciones de transición, primavera y otoño, pueden presentarse vientos intensos del oeste de manera imprevista (Amador *et al.* 2001). Estos cambios estacionales de precipitación, temperatura y vientos son los que hacen que el clima de BLA sea muy seco, semicálido y extremoso.

Variabilidad climática intraestacional

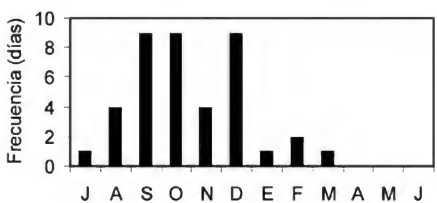
Verano: tormentas tropicales y huracanes

En algunas zonas áridas, la diferencia entre un año seco y otro húmedo depende casi totalmente del paso de un huracán y unas dos o tres tormentas

Copyrighted material

de invierno; por lo tanto, la correlación entre la precipitación anual y el número de eventos extremos registrados durante el año puede ser alta. En BLA la correlación es de 0.89, lo que significa que 79% de la precipitación anual depende de estos eventos. La máxima actividad de tormentas tropicales en BLA es en septiembre y octubre (fig. 6), lo cual es consistente con el máximo de precipitación anual en septiembre (fig. 2). A las tormentas de octubre se les conoce localmente como el "cordonazo de San Francisco", por la fiesta de este santo a principios del mes. Un tercer máximo de eventos extremos se registra en diciembre, el cual coincide con el segundo pico de la distribución anual de lluvia (fig. 2).

Figura 6. Ciclo estacional de la frecuencia mensual de eventos extremos diarios de lluvia (P90 ≥ 16 mm d^{-1}). Periodo de 1954–2001



La tabla 1 muestra todos los eventos extremos diarios de lluvia (>P90) registrados en BLA de 1954 a 2001, y algunas de sus características. De acuerdo a esta tabla, el área de estudio se ha visto afectada por tormentas tropicales (vientos máximos sostenidos de 62–117 km h^{-1}) y huracanes hasta de categoría 4 (201–250 km h^{-1}) según la escala Saffir/Simpson, en la cual la categoría 5 es la más catastrófica. La máxima precipitación registrada en un día fue de 124 mm durante el paso del huracán Helga en septiembre de 1966, más del doble de lo que llueve en un año en promedio. Además, durante el periodo analizado, 1966 es el año más lluvioso con 250 mm (fig. 7a). En la escala interanual, más de 75% de los eventos lluviosos observados ocurrieron durante años no-EN (LN y N), como se muestra en las tablas 1 y 2.

Las tormentas tropicales y huracanes que afectan la región se caracterizan por vientos muy fuertes, a menudo del suroeste, que representan un

Copyrighted material

gran peligro para las embarcaciones pequeñas (NIMA 2000). Se acompañan de relámpagos y truenos espectaculares que pueden llegar a producir escurrimientos e inundaciones que duran poco debido a los tipos de suelo y vegetación de la región. La figura 8 muestra los mapas compuestos diarios de la circulación media a 500 mb de los eventos extremos de verano que se muestran en la tabla 1. La combinación de una baja presión a 500 mb (y en superficie) cerca de la costa oeste de la península y un anticiclón de altura sobre el noroeste de México hace que las tormentas que normalmente se moverían hacia el oeste del Pacífico, se desvíen hacia el noreste y pasen sobre la península. Este patrón genera vientos fuertes del oeste (los "westes") y chubascos en BLA.

Tabla 1. Eventos extremos (EE) diarios de lluvia (>P90) en Bahía de los Ángeles de julio de 1954 a junio de 2002. Para el rango del EE, 1 = el más intenso. Índice Oceánico de El Niño (ION): LN = La Niña, N = Neutral, EN = El Niño. TT = tormenta tropical . H = Huracán. Categorías: 1–4, 4 = muy fuerte. N/A = no se reportó. I = evento invernal. Los 5 eventos más fuertes se indican en negritas. Ignacio (Ago/03) y Marty (Sep/03) no se incluyen en la tabla por no tener información completa. La categoría de los huracanes (última columna) es más confiable después de 1970

#	Día	Mes	Año	Temp. mínima (°C)	Precip. (mm d^{-1})	Rango del EE	ION	Nombre (Categoría)
1	18	9	1954	25.0	17.5	38	LN	N/A
2	2	10	1958	23	16.0	40	N	H # 11 (1)
3	4	10	1958	23.0	17.5	39	N	H # 11 (1)
4	10	9	1959	27.0	60.0	2	N	H #10 (1)
5	23	12	1959	13.0	20.0	26	N	I
6	22	9	1962	28.0	53.0	6	N	TT Claudia
7	29	7	1964	26.0	50.0	7	LN	N/A
8	6	2	1965	10.0	28.0	20	LN	I
9	11	9	1966	25.0	48.0	8	N	H Helga (1)
10	13	9	1966	25.0	124.0	1	N	H Helga (1)
11	30	12	1966	6.0	38.0	12	N	I
12	31	8	1967	28.0	23.0	24	N	H Katrina (1)

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 1. Eventos extremos (EE) diarios de lluvia (>P90) en Bahía de los Ángeles de julio de 1954 a junio de 2002. Para el rango del EE, 1 = el más intenso. Índice Oceánico de El Niño (ION): LN = La Niña, N = Neutral, EN = El Niño. TT = tormenta tropical . H = Huracán. Categorías: 1–4, 4 = muy fuerte. N/A = no se reportó. I = evento invernal. Los 5 eventos más fuertes se indican en negritas. Ignacio (Ago/03) y Marty (Sep/03) no se incluyen en la tabla por no tener información completa. La categoría de los huracanes (última columna) es más confiable después de 1970

(continúa)

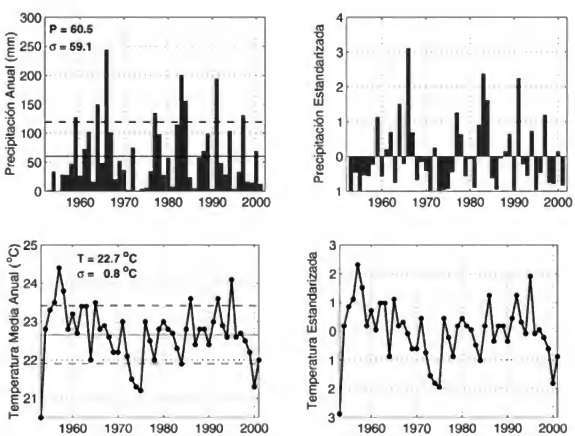
#	Día	Mes	Año	Temp. mínima (°C)	Precip. (mm d^{-1})	Rango del EE	ION	Nombre (Categoría)
13	14	12	1967	10.0	20.0	27	LN	I
14	9	11	1969	10.0	31.8	16	EN	I
15	4	9	1970	27.0	20.0	28	LN	TT Norma
16	5	10	1972	23.0	55.0	4	EN	H Joanne (2)
17	15	8	1977	27.0	25.5	23	N	H Doreen (1)
18	6	10	1977	27.0	57.0	3	EN	H Heather (1)
19	23	11	1978	15.0	20.0	29	N	I
20	20	11	1980	14.0	18.0	36	N	I
21	7	9	1982	25.0	20.0	30	EN	N/A
23	15	8	1983	28.0	28.0	21	N	H Ismael (2)
24	23	9	1983	27.0	26.0	22	LN	H Manuel (3)
25	3	10	1983	24.0	54.0	5	LN	TT Octavio
26	4	10	1983	19.0	43.0	11	LN	TT Octavio
27	23	11	1984	14.0	18.0	37	LN	I
28	10	12	1984	14.0	20.0	31	LN	I
29	23	1	1985	11.0	20.0	32	LN	I
30	31	10	1987	20.0	18.5	35	EN	N/A
31	22	8	1988	25.0	31.0	17	LN	TT John
32	4	10	1989	20.0	33.0	14	N	H Raymond (4)
33	9	12	1991	11.0	46.0	10	EN	I
34	2	3	1992	13.0	29.0	19	EN	I
35	5	12	1994	14.0	32.0	15	EN	I
36	6	12	1994	13.0	31.0	18	EN	I
37	26	10	1996	13.0	20.0	33	N	I
38	24	9	1997	22.0	47.0	9	EN	H Nora (3)
39	19	12	1997	12.0	19.0	34	EN	I
40	3	2	1998	9.0	23.0	25	EN	I

Copyrighted material

Tabla 2. Clasificación de la frecuencia de los eventos extremos diarios de lluvia (tabla 1) de acuerdo a la estación del año y a los eventos de El Niño (EN), La Niña (LN) y Neutral (N)

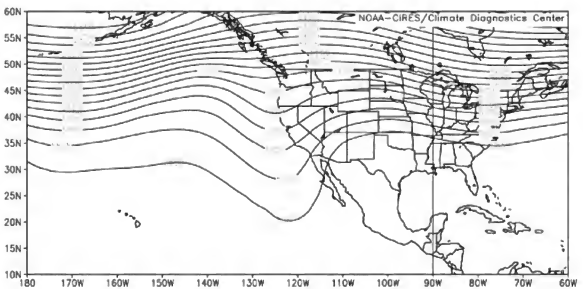
	Invierno	Verano	Total
EN	8	5	13
LN	5	7	12
N	4	11	15
Total	17	23	40

Figura 7. (a, b) Precipitación anual y estandarizada (julio–junio) y (c, d) temperatura media anual y estandarizada (julio–junio). La línea continua (discontinua) de las figuras de la izquierda indican la media anual (media ± 1 desviación estándar, σ). Los años indicados corresponden al año inicial del ciclo. Periodo de 1953–2001



Copyrighted material

Figura 8. Promedio del compuesto diario de alturas geopotenciales (m) a 500 mb durante los eventos extremos de lluvia de verano en Bahía de los Ángeles (véase tabla 1)



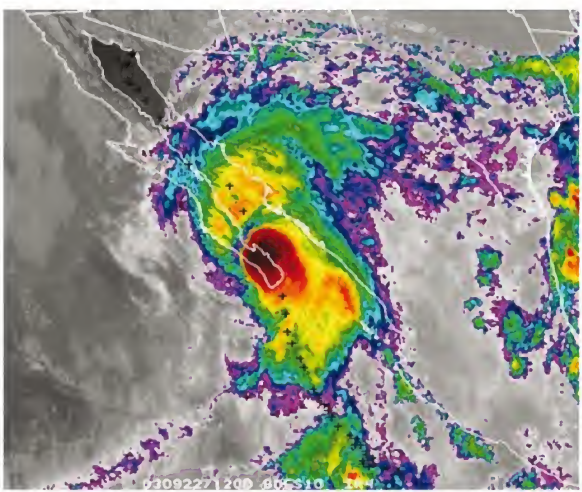
Sin embargo, no todas las tormentas entran por la costa occidental de la península. Los huracanes Ignacio (22–27 de agosto de 2003) y Marty (18–24 de septiembre de 2003), que no se reportan en la tabla 1 por no tener su información completa, entraron por la costa oriental, lo cual es poco común en un mismo verano. La figura 9 muestra una imagen de satélite un día antes de que Marty, de categoría 2, pasara por BLA. Marty produjo 125 mm de lluvia con inundaciones desde Los Cabos hasta la región de estudio. Por otra parte, la tabla 1 muestra cuatro eventos extremos de verano (N/A) que no se asocian con tormenta tropical; estos eventos se relacionan con sistemas convectivos de mesoescala generados por procesos orográficos.

Invierno: ciclones de latitudes medias

Como ya se mencionó, la lluvia invernal en Baja California se asocia en parte a los eventos EN. Una observación detallada de los eventos extremos diarios de lluvia invernal (tablas 1 y 2) muestra que efectivamente durante EN hubo más eventos extremos que durante LN. Sin embargo, cuando se compara la frecuencia total anual de los eventos ocurridos durante EN y no-EN se observa que es casi igual. Por lo tanto, la lluvia invernal en esta región no depende tan

Copyrighted material

Figura 9. Imagen del satélite GOES 10 del huracán Marty el 22 de septiembre de 2003 a las 6:00 tiempo local, un día antes de que pasara por Bahía de los Ángeles. Las cruces indican la trayectoria del huracán cada 3 horas

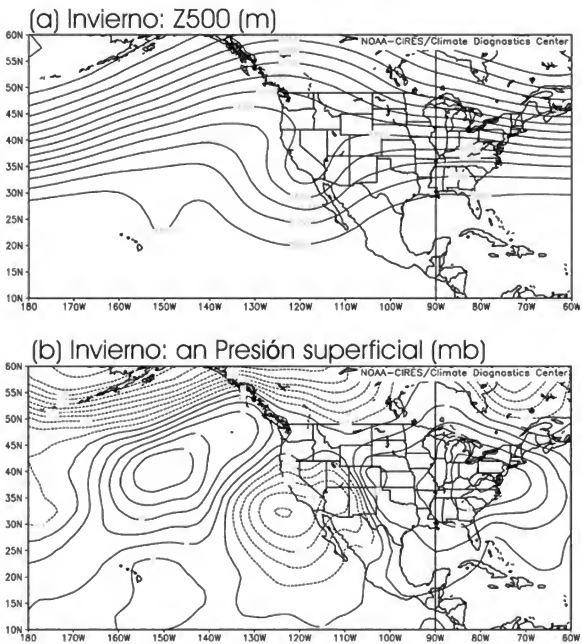


fuertemente de los extremos del ENOS como ocurre en el norte de Baja California. La escalas intraestacional (>8 días) y sinóptica (2–7 días) se mezclan con la interanual para crear un patrón de variabilidad más complejo.

A escala sinóptica la precipitación se asocia con el paso esporádico de vaguadas en la corriente en chorro, que algunas veces logran incursionar en los subtrópicos como se observa en el mapa compuesto de la figura 10. Estos sistemas se caracterizan por el paso de frentes fríos que generan un periodo activo (uno o dos días) de lluvia seguido de uno inactivo (sin lluvia) y posiblemente otro activo unos días después. La combinación de una vaguada intensa (fig. 10a) cerca de la costa de California/Baja California y una baja presión superficial (fig. 10b) genera la entrada de vientos húmedos tropicales

Copyrighted material

Figura 10. Compuesto diario de eventos extremos de lluvia de invierno en Bahía de los Ángeles (ver tabla 1). (a) Altura geopotencial media a 500 mb y (b) anomalías de la presión superficial a nivel del mar



del oeste y suroeste hacia el área de estudio. La posición de la vaguada cerca de la frontera México-Estados Unidos o más al sur es fundamental para que el sistema tenga un impacto en la región de BLA. Este patrón de circulación (fig. 10) es el que genera la mayor parte de la precipitación anual observada en la región, seguida por el patrón de los ciclones tropicales (fig. 8).

Copyrighted material

Variabilidad climática interanual y decadal

Examinando las estaciones meteorológicas localizadas en el Desierto de Sonora se encontró que la región experimenta un alto grado de variabilidad climática con periodos extensos (de varios años) de poca lluvia seguidos de algunas inundaciones esporádicas, como lo indican los datos de BLA (fig. 7a). Sin embargo, se sabe que en las zonas áridas un año con precipitación por debajo del promedio no necesariamente representa una sequía. Una forma de cuantificar dicha variabilidad es mediante el coeficiente de variación anual ($CV = \sigma/P$); cuando $CV \geq 1$ indica que la precipitación varía sustancialmente de un año a otro. En BLA el $CV = 0.98$. Por otra parte, un indicador de sequías es el porcentaje de precipitación con respecto al promedio anual de largo plazo (más de 30 años). Si definimos que en la región una sequía ocurre cuando tres o más años consecutivos registran precipitaciones por debajo de -0.5σ (< 30 mm) o bien que se encuentran en el tercil inferior de todos los años (tabla 3a, < 28 mm), entonces las sequías más prolongadas de los últimos 50 años ocurrieron a principios de las décadas de los cincuenta y los setenta, como se observa en la figura 7b. Las sequías, especialmente las que se deben a un déficit de lluvias de verano, generalmente se asocian con temperatura superficial del aire arriba de lo normal, como ocurrió en la década de los cincuenta (fig. 7c). Este tipo de sequías tiene un impacto ecológico muy fuerte. Sin embargo, no todas las sequías se presentan con temperaturas medias arriba de lo normal, como es el caso de las ocurridas a principios de los setenta que se caracterizaron por inviernos relativamente fríos.

La sequía de los años cincuenta fue un fenómeno persistente de gran escala que afectó todo el norte de México y el suroeste y las Grandes Planicies de los Estados Unidos (e.g., Namias 1983, Swetnam y Betancourt 1998, Ni et al. 2002). Esta sequía de gran escala se debió a la interacción de EN a escala interanual y de la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP; Mantua et al., 1997) a escala interdecadal. Casi toda la década de los cincuenta y hasta mediados de 1963, el Pacífico oriental cerca del ecuador se caracterizó por temperaturas superficiales del océano relativamente frías, típicas de años no-EN; esto se asocia con inviernos y primaveras secas en Baja California (e.g., Minnich et al. 2000) y California (e.g., Gershunov y Barnett 1998). Además de las condiciones no-EN en el Pacífico ecuatorial, la década de los cincuenta también

Copyrighted material

registró una Corriente de California anormalmente fría y el Pacífico Norte fue anormalmente cálido, lo cual indica condiciones negativas de la ODP y una baja presión débil en las Aleutianas (e.g., Miller y Schneider 2000). Por lo tanto, las sequías de los cincuenta y principios de los setenta observadas en la región fueron intensas debido a la interacción conjunta y persistente de la condición no-EN/ODP, como lo han sugerido algunos autores para otras regiones de la costa oriental del Pacífico Norte (e.g., Gershunov y Barnett 1998).

A finales de los setenta se observó una fuerte fluctuación climática caracterizada por un cambio de signo de la ODP (e.g., Graham 1994, Miller y Schneider 2000). Paralelo a este cambio a positivo, empezaron a ocurrir más eventos de EN, algunos de ellos bastante fuertes como los de 1982–83 y 1997–98 (tabla 3b). A partir de entonces se observaron condiciones invernales más lluviosas en el noroeste de Baja California (Reyes-Coca y Troncoso-Gaytán 2004) y un incremento en el número de eventos extremos de lluvia en Tijuana (Cavazos y Rivas 2004). Como resultado de este cambio decadal (ODP+), en sincronía con más eventos de EN se han reportado impactos climáticos en muchos ecosistemas terrestres y marinos en la cuenca del Pacífico y la costa oeste de Norteamérica (e.g., Swetnam y Betancourt 1998, Miller y Schneider 2000, Chavez *et al.* 2003).

Aunque la tabla 3b indica que los 5 eventos de EN después de 1976 fueron lluviosos en BLA, la precipitación no muestra un cambio decadal significativo a finales de los setenta (fig. 7b), posiblemente porque también hubo 4 años no-EN que fueron lluviosos. Esto tiende a debilitar la señal típica del ENOS a escala interanual en el área de estudio. Durante los 49 años de estudio hubo 11 años secos que ocurrieron en años no-EN contra sólo tres en eventos de EN (tabla 3c). Pero también es cierto que el mayor número de años lluviosos ocurrieron en años no-EN (tabla 3d). Esto se debe a que la región de BLA se encuentra en el área de influencia de huracanes, cuya frecuencia en el Pacífico oriental no es significativamente diferente durante años de EN y no-EN (Whitney y Hobgood 1997, Magaña 1999). Sin embargo, es claro de las tablas 1 y 2 que en los veranos de no-EN hay una mayor tendencia a que los huracanes que aterrizan en la península afecten a BLA. Por esta razón, el clima de la región (al sur de 30°N) no encaja exactamente con la descripción reportada por Minnich *et al.* (2000) para Baja California, quienes le dan más peso a la influencia invernal del ENOS.

Copyrighted material

En contraste, el cambio decadal ocurrido a mediados de los setenta se ve claramente reflejado en la tendencia positiva de la temperatura media anual en la figura 7d. Esta tendencia en la media anual se asocia con un aumento significativo ($p < 0.05$) en el número de días con temperaturas máximas arriba de 30°C y por arriba del percentil 90 (> 36°C) del periodo base (1961–1990). En este trabajo no se calcularon las tendencias estacionales de las temperaturas media y máxima, así que por el momento no es posible decir en qué meses del año ocurrieron los cambios significativos. Complementando, Weiss y Overpeck (2005) reportan un incremento pero en las temperaturas mínimas observadas en invierno y primavera en el Desierto Sonorense, el cual lo atribuyen a un calentamiento global. Estos autores plantean la hipótesis de que, si el calentamiento continúa, el impacto potencial en la respuesta ecológica podría incluir un cambio en la distribución de plantas y una contracción de la frontera sur del Desierto Sonorense hacia zonas más altas y más al norte. Cayan *et al.* (2001) también documentan un calentamiento superficial del aire en el oeste de los Estados Unidos desde finales de los setenta, con un impacto aparente en el inicio de la floración de primavera, la cual ha ocurrido más temprano de lo normal en los últimos 25 años. Aunque las anomalías de temperatura reportadas en este trabajo son parcialmente consistentes con los reportes anteriores y con el calentamiento del aire a escala global documentado por el IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC, 2007), no se descarta la influencia de la variabilidad natural del clima a escala decadal como lo sugieren las figuras 7c y d.

En síntesis, el clima de la región de BLA es seco extremoso con veranos calientes e inviernos fríos, fuertes vientos y alta variabilidad en la precipitación. Sesenta y nueve por ciento de la lluvia anual depende casi exclusivamente de los eventos extremos de lluvia (>P90) durante el paso de (1) huracanes en septiembre y octubre, especialmente en años no-EN (La Niña y Neutrales), y (2) ciclones de latitudes medias en diciembre, los cuales ocurren tanto en años de EN como no-EN (tabla 3). En la escala interanual el mayor número de eventos extremos de lluvia ocurrió en años no-EN. Por lo tanto, la variabilidad de la lluvia en esta región es diferente a otras partes de Baja California al norte de 30°N, en donde la precipitación anual muestra una alta correlación con los índices del ENOS. Por otra parte, la temperatura media anual y la temperatura máxima extrema muestran un cambio decadal a mediados

Copyrighted material

de los setenta con una tendencia positiva y significativa que no se observa en la precipitación.

La alta y compleja variabilidad de la precipitación y el aumento de temperatura observado en la región tienen implicaciones importantes para los diversos sectores socio-económicos, especialmente el desarrollo urbano, la agricultura y el turismo. La esporádica disponibilidad del agua también afecta los recursos ecológicos del bioma desértico ya que la renovación de las fuentes de agua subterránea es lenta y se puede decir que el área de estudio carece de una región hidrológica propiamente dicha. En la planeación del uso y manejo de los recursos regionales se sugiere considerar la alta variabilidad climática que caracteriza a esta región.

Agradecimientos

Doy gracias a dos revisores anónimos y al editor por sus acertadas sugerencias. Algunas de las figuras de este capítulo las hizo la MC Gabi Athie, a quien agradezco mucho. Este trabajo fue financiado por el Departamento de Oceanografía Física del CICESE, Ensenada, BC.

Resumen

Este capítulo examina el clima y las fluctuaciones climáticas en la región de Bahía de los Ángeles con énfasis en el diagnóstico de eventos extremos de lluvia y temperatura. Bahía de los Ángeles se localiza en la franja costera más árida del Desierto Sonorense, la cual se caracteriza por veranos calientes e inviernos fríos, fuertes vientos y alta variabilidad en la precipitación. La región presenta años consecutivos con poca lluvia interrumpidos por el paso esporádico de algún huracán y dos o tres tormentas invernales. Setenta y nueve por ciento de la lluvia anual depende casi exclusivamente de eventos extremos (arriba del percentil 90). Los eventos extremos de septiembre se asocian con huracanes que se observan principalmente durante años no–El Niño, es decir, años de La Niña y neutrales; mientras que los de invierno se asocian a fluctuaciones interanuales durante los evento de El Niño, así como a fluctuaciones intraestacionales durante años neutrales. En la escala interanual, los años más secos se asocian con años no-El

Copyrighted material

Niño, pero éstos también son los más húmedos debido a los huracanes. Por lo tanto, la variabilidad de la lluvia en esta región es diferente a otras partes de Baja California al norte de los 30°N, en donde la precipitación anual muestra una alta correlación con el ENOS. La alta y compleja variabilidad de la precipitación y el aumento en las temperaturas media y máxima observadas en la región tienen implicaciones importantes para los diversos sectores socioeconómicos, especialmente para el desarrollo urbano, la agricultura y el turismo. La esporádica disponibilidad del recurso agua también afecta los recursos ecológicos del bioma desértico ya que la renovación de las fuentes de agua subterránea es lenta y se puede decir que el área de estudio carece de una región hidrológica propiamente dicha. En la planeación del uso y manejo de los recursos regionales se sugiere considerar la alta variabilidad climática que caracteriza a la región.

Abstract

This chapter examines the climate of Bahía de los Ángeles and its fluctuations, with an emphasis on the diagnostics of extreme events pertaining to rain and temperature. Bahía de los Ángeles is located along the most arid coastal strip of the Sonoran Desert, a portion of desert characterized by hot summers and cold winters, strong winds and a high variability in precipitation. This region is accustomed to consecutive years with little rainfall interrupted by the sporadic passing of a hurricane and two to three winter storms. Seventy-nine per cent of the annual rainfall almost exclusively depends upon extreme events (above the 90th percentile). The extreme events of September are associated with hurricanes observed principally during La Niña or neutral years, in other words, during non-El Niño years. Extreme events throughout the winter are associated with inter-annual fluctuations during the El Niño events, as are intra-seasonal fluctuations during neutral years. On an inter-annual scale, the years with the least amount of rainfall are associated with non-El Niño years; however, these years are also the most humid due to hurricane activity. For the most part, the variability in the amount of rainfall over the region is different from other areas of the Baja California Peninsula to the north of 30°N, where annual recorded precipitation shows a high correlation with the ENSO.

Copyrighted material

The highly complex variability in precipitation, along with the increase in mean and maximum temperatures observed in the region, represents important implications for diverse socioeconomic sectors such as urban development, agriculture and tourism. The sporadic availability of water, compounded by the slow renewal of subterranean water sources, and the lack of a properly defined hydrologic region, affect the ecological resources of the desert biome. The dialogue regarding the usage and management of resources must take into consideration the high level of climatic variability that characterizes this region.

Referencias

Amador BA, Serrano-Guzmán SJ, Argote-Espinoza ML. 1991. Modelado numérico de la circulación inducida por el viento en Bahía de Los Ángeles, B. C., México. *Cienc. Mar.* 17(3): 39–57.

Badán–Dangón A, Dorman CE, Merrifield MA, Winant CD. 1991. The lower atmosphere over the Gulf of California. *J. Geophys. Res.* 96(C9): 16877–16896.

Bordoni S, Ciesielski PE, Jonson RH, McNoldy BD. 2004. The low-level circulation of the North American monsoon as revealed by QuikSCAT. *Geophys. Res. Lett.* 31, L10109, doi:10.1029/2004GL020009, 2004.

Bowers JE, Turner RM, Burguess TL. 2004. Temporal and spatial patterns in emergence and early survival of perennial plants in the Sonoran Desert. *Plant Ecol.* 172: 107–119.

Castro R, Parés-Sierra A, Marinone SG. 2003. Evolución y extensión de los vientos Santa Ana de febrero de 2002 en el océano, frente a California y la Península de Baja California. *Cienc. Mar.* 29(3): 275–281.

Cavazos T, Comrie AC, Liverman, DM. 2002. Intraseasonal anomalies associated with wet monsoons in southeast Arizona. *J. Clim.* 15: 2477–2490.

Cavazos T, Rivas D. 2004. Variability of extreme precipitation events in Tijuana, Mexico. *Clim. Res.* 25: 229–243.

Chávez FP, Ryan J, Lluc-Cota SE, Niquen M. 2003. From anchovies to sardines and back: Multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* 299: 216–221.

Cayan DR, Kammerdierner SA, Dettinger MD, Caprio JM, Peterson DH. 2001. Changes in the onset of spring in the western United States. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 82: 399–415.

Copyrighted material

Farfán LM. 2004. Regional observations during the landfall of tropical cyclone Juliette (2001) in Baja California, Mexico. *Mon. Wea. Rev.* 132: 1575–1589.

Gershunov A, Barnett TP. 1998. Interdecadal modulation of ENSO teleconnections. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 79: 2715–2725.

Graham NE. 1984. Decadal-scale climate variability in the tropical and North Pacific during the 1970s and 1980s –observations and model results. *J. Clim.* 16: 2752–2725.

Higgins RW, Douglas A, Hahmann A, Berbery EH, Gutzler D Shuttleworth J, Stensrud D, Amador J, Carbone R, Cortez M, Douglas M, Lobato R, Meitin J, Ropelewski C, Schemm J, Schubert S, Zhang CD. 2003. Progress in Pan American CLIVAR Research: The North American monsoon system. *Atmósf.* 16 (1): 29–65.

IPCC, 2007. Summary for Policymakers. En: *Climate Change 2007: The Physical Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Gran Bretaña y Nueva York, EUA.

Latorre C, Penilla L. 1988. Influence of cyclones in the precipitation of Baja California Sur (in Spanish). *Atmósf.* 1: 99–112

Magaña VO (ed.). 1999. *Los impactos de El Niño en México.* Universidad Autónoma de México, Secretaría de Educación Pública. 228 pp.

Mantua NJ, Hare SR, Zhang Y, Wallace JM, Francis RC. 1997. A Pacific decadal climate oscillation with impacts on salmon. *Bull. Amer. Meteor. Soc.* 78: 1069–1079.

Minnich RA, Vizcaino EF, Dezzani RJ. 2000. The El Niño/Southern Oscillation and precipitation variability in Baja California, Mexico. *Atmósf.* 13: 1–20.

Miller AJ, Schneider N. 2000. Interdecadal climate regime dynamics in the North Pacific ocean: theories, observations and ecosystem impacts. *Progr. Oceanog.* 47: 355–379.

Namias J. 1983. Some causes of United States droughts. *J. Clim. Appl. Meteor.* 22(1): 30–39.

Ni F, Cavazos T, Hughes MK, Comrie AC, Funkhouser G. 2002. Cool season precipitation in the southwestern United States since AD 1000: Comparison of linear and nonlinear techniques for reconstruction. *Int. J. Climatol.* 22(13): 1645–1622.

NIMA (National Imagery and Mapping Agency). 2000. Sailing Directions (Enroute). West coast of Mexico and Central America. Sector 3: East Coast of Baja California. Pub. 153.

Copyrighted material

Pavía EG, Badán A. 1998. ENSO modulates rainfall in the Mediterranean Californias. Geophys. *Res. Lett.* 25(20): 3855–3858.

Reyes-Coca S, Troncoso-Gaytan R. 2004. Modulacion multidecenal de la lluvia invernal en el noroeste de Baja California. *Cienc. Mar.* 30(1a): 109–118.

Smith TM, Reynolds RW. 2003. Extended reconstructions of global sea surface temperature based on COADS data (1854–1997). *J. Clim.* 16: 1495–1510.

Swetnam TW, Betancourt JL. 1998. Mesoscale disturbance and ecological response to decadal climatic variability in the American Southwest. *J. Clim.* 11: 3128–3147.

Turner RM, Bowers JE, Burguess TL. 1995. *Sonoran Desert Plants: An Ecological Atlas.* University of Arizona Press, Tucson, Arizona.

Weiss JL, Overpeck JT. 2005. Is the Sonoran Desert losing its cool? *Global Change Biol.* 11: 2065–2077.

Whitney LD, Hobgood JS. 1997. The relationship between sea surface temperatures and maximum intensities of tropical cyclone intensities in the eastern North Pacific. *J. Clim.* 10: 2921–2930.

Zhu C, Lettenmaier DP. 2007. Long-term climate and derived surface hydrology and energy flux data for Mexico, 1925–2004. *J Clim.* 20: 1936-1946.

Copyrighted material

Segunda parte

Aspectos históricos

Copyrighted material

Copyrighted material

4 *Paisajes culturales*

Patricia Aceves-Calderón y Hugo Riemann

Introducción

La región de estudio se caracteriza por la riqueza y diversidad de manifestaciones culturales producidas a lo largo de 12,000 años de ocupación y uso humanos, evidencias que van desde puntas de proyectil y pinturas rupestres, hasta restos de edificaciones de la etapa misional e instalaciones industriales en el periodo de explotación minera. Estos recursos culturales, abundantes y dispersos en toda la región, se encuentran amenazados por el saqueo por grupos de turistas, visitantes o por la población local. Para el caso de las Islas del Golfo de California (IGC), Bowen (2004) incluye a cazadores, visitantes de recreación (turismo náutico y deportes marinos), escritores y fotógrafos naturalistas, cruceros para conocer la historia natural, algunos científicos naturales, coleccionistas, funcionarios y empleados del gobierno. Las amenazas mayores se refieren a proyectos de desarrollo sectoriales como el caso del proyecto Mar de Cortés y al cambio en el régimen de tenencia de la tierra. Los instrumentos de política ambiental y de ordenamiento territorial no incorporan de manera explícita la protección de los recursos culturales (ver Aceves-Calderón 2005, Poder Ejecutivo Federal 1988), los cuales son de la competencia del Instituto Nacional de Antropología e Historia sin que éste tenga capacidad para vigilar y conservar la gran riqueza y diversidad de tales bienes culturales.

Copyrighted material

El paisaje cultural como propuesta de conservación

El concepto de patrimonio cultural definido en la Ley Federal de Zonas y Monumentos Arqueológicos, Artísticos e Históricos (LFZMAAH; INAH 1995), no considera de manera explícita la naturaleza de los bienes culturales producidos por las sociedades de cazadores-recolectores de zonas áridas, los cuales no presentan un carácter monumental como las construcciones elaboradas por las sociedades mesoamericanas en el centro y sur de México. En el noroeste del país, esta definición estaría más asociada con las estructuras o edificios construidos durante el periodo misional y posteriormente minero. No obstante, una de las características de los restos arqueológicos e históricos en la Península de Baja California es su dispersión, abundancia y diversidad como manifestaciones de actividades humanas de largo plazo durante milenios. De aquí que la conservación de recursos culturales se dificulte bajo la conceptualización tradicional y la normatividad vigente.

Por otro lado, la conservación de los recursos ecológicos y culturales se ha llevado a cabo de manera desarticulada (Leyva *et al.* 2001, Aceves-Calderón 2005). Aún cuando en el discurso de políticas públicas se hacen propuestas de conservación conjunta, la propia conceptualización del patrimonio que subyace en esas propuestas no permite, en la práctica, esta integración. En este trabajo planteamos la necesidad de que las futuras políticas de conservación consideren la visión del paisaje cultural con la relevancia holística inherente al concepto. Esta propuesta se orienta a la creación de escenarios de conservación que permitan la inclusión e integración de los recursos culturales no monumentales y los elementos ecológicos en un sólo modelo, tanto a nivel de diseño de políticas públicas como de acciones de manejo.

Antecedentes

El concepto de Paisaje Cultural fue definido por el geógrafo cultural Carl Sauer (1925, 1941) como resultado de la acción de un grupo social sobre un paisaje natural: el área natural es el medio que la cultura (agente) transforma en paisaje cultural. Esta formulación se refiere sólo a la identificación

Copyrighted material

espacial de áreas de actividad humana, principalmente económica, visibles a escalas grandes.

Como categoría de conservación fue propuesta por la UNESCO en la Convención del Patrimonio Mundial de 1992 como el resultado del trabajo conjunto del hombre y la naturaleza, expresión de una variedad de interacciones entre la humanidad y su ambiente natural, la manifestación de la evolución y asentamiento de la sociedad humana y el uso del espacio a lo largo del tiempo, bajo la influencia de limitaciones físicas y/o las oportunidades presentadas por el medio, y de factores sociales, económicos y culturales, tanto externos como internos (UNESCO 1999, 2005).

En esta definición se han mantenido los elementos esenciales de la formulación teórica en cuanto al énfasis en la dimensión espacial de la actividad humana y su relación con el entorno. En los casos de aplicación práctica, se ha privilegiado la conservación de paisajes culturales donde la asociación entre las dimensiones geográfica y humana es evidente en determinados usos del suelo, principalmente agrícolas o de asentamientos.

El antecedente de estudio sobre paisajes culturales en Baja California es el trabajo de Sauer y Meigs (1927) en la región de la misión de San Fernando Velicatá en el Desierto Central. Aun cuando en un trabajo posterior sobre la Frontera Dominica en la parte norte del estado de Baja California, Meigs (1935) no hace referencia al concepto, la conceptualización del paisaje cultural por estos autores remite a ciertos usos del suelo, en este caso asociados con elementos agrícolas y la presencia de construcciones de la misma época misional, los cuales son productos de un sólo grupo cultural: el europeo. Sauer y Meigs (1927) reconocen a la misión como el núcleo aglutinador de las actividades de los indígenas, pero no consideran a éstos como agentes en la construcción del paisaje cultural misional, a pesar de la continuidad de sus patrones previos de subsistencia en una economía transicional mixta, debido a la ineficiencia del modelo socioeconómico extranjero para sustituir al anterior.

El paisaje cultural

La interacción de los grupos sociales con los factores ecológicos a partir de un contexto cultural en un espacio y tiempo determinados, le confieren ca-

Copyrighted material

rácter único al paisaje cuyos rasgos pueden ser reconocidos de manera analítica o sensorial. La estructura social, economía y cosmovisión conforman el componente cultural que se superpone a la matriz del paisaje natural en una interacción dinámica y de mutua afectación. El paisaje cultural es, en este sentido, el resultado del proceso de construcción social del territorio, que puede darse por imperativos de tipo simbólico o de aprovechamiento de recursos. Este proceso es dinámico y cambiante a lo largo del tiempo, y las transformaciones que se manifiestan en el paisaje fomentan a su vez modificaciones en la estructura social, económica y aún la propia cosmovisión de la población.

En las zonas áridas, las modificaciones culturales más antiguas al paisaje natural han sido producidas por la apropiación simbólica en sitios de carácter ceremonial o funerario, pinturas rupestres o petrograbados, o por el aprovechamiento de recursos en los sitios de canteras, talleres líticos, o lugares de procesamiento de alimentos. Estas manifestaciones culturales se han integrado al paisaje sin modificarlo de manera notoria, como en el caso de las construcciones monumentales de tipo ceremonial o de infraestructura agrícola o urbana de Mesoamérica. Esta integración al paisaje natural no ha sido estática durante la prehistoria.

Los paisajes culturales no existen como entidades físicas, son producto de una construcción teórica que se elabora a partir de un área geográfica o topográfica que muestra diversidad de ambientes y diversidad de manifestaciones arqueológicas, visibles como variaciones funcionales, como por ejemplo, asentamientos, estructuras rituales, restos agrícolas y trabajo industrial (Darvill *et al.* 1993). Este conjunto de unidades o variaciones funcionales está aglutinado a través de un sistema de relaciones que conectan los distintos elementos por medio de corredores y constituye la estructura del paisaje cultural, que permiten hacer evidentes distintos patrones de comportamiento humano en relación con el espacio, y que pueden reflejar la conformación territorial de áreas más pequeñas a través del uso de las zonas costera y del interior, la apropiación diferencial entre las Bahías de los Ángeles (BLA) y Las Ánimas y de BLA y las Islas del Golfo de California (IGC).

La reconstrucción analítica del paisaje cultural para un grupo particular en determinada región requiere de la integración sistémica del conjunto de variaciones funcionales localizadas temporal y espacialmente (Aceves-

Copyrighted material

Calderón 2005). Para el caso de los paisajes antiguos y prehistóricos, las variaciones o unidades funcionales que reconocemos para la región son campamentos, concheros, talleres líticos, zonas de caza y recolección, y las distintas manifestaciones simbólicas como entierros y pinturas rupestres. En el caso de los paisajes históricos estas variaciones funcionales están representadas por las distintas formas de uso del suelo: edificaciones religiosas y administrativas, obras de agricultura, canteras, minas y ranchos.

Los corredores que conectan las distintas unidades o variaciones funcionales están representados por caminos, senderos, cauces, línea de costa y, de manera menos perceptible, por rutas de navegación a las islas cercanas. Este sistema de conexiones es extra regional y articula patrones de uso humano muy diverso con zonas fuera de los límites de nuestra área de estudio. (Ritter y Aceves-Calderón 2006)

Los Paisajes Culturales de la región de Bahía de los Ángeles

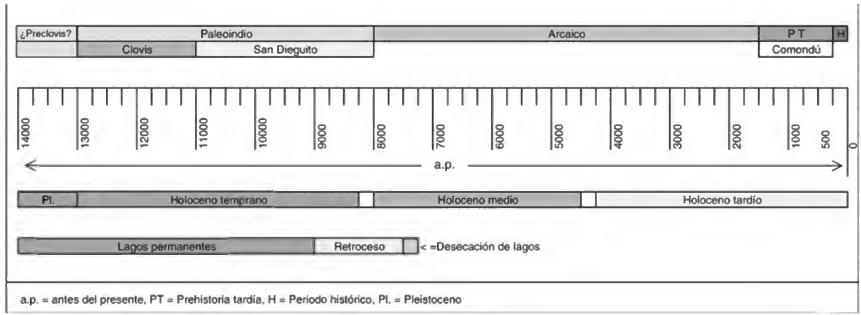
El área de BLA se encuadra en una región de gran diversidad fisiográfica en la cual confluyen cuatro tipos de vegetación y cuatro tipos climáticos (INEGI 2001, Riemann 2001). Estas características se expresan en una marcada heterogeneidad espacial de comunidades vegetales y animales, en ecosistemas tanto costeros como terrestres que fueron aprovechados por los distintos grupos humanos de acuerdo con las condiciones propias de cada temporalidad.

Estos distintos patrones de aprovechamiento conforman una diversidad de variaciones funcionales que se ubican espacialmente en un área que trasciende los límites de la propia bahía. Por tal razón, definimos como área de estudio el espacio geográfico que incluye el territorio insular cercano a la costa en su extremo este, el Valle de San Julián en el extremo oeste, Rancho Santa Ana en el sur y como límite norte el antiguo Lago de Agua Amarga. Se ubica en la parte media del Desierto Central (Aschmann 1959) y corresponde a una porción del territorio administrativo de la antigua misión jesuita de San Francisco de Borja Adac.

Para este trabajo reconocemos tres grandes etapas culturales: antigua, prehistórica e histórica (cuadro 1).

Copyrighted material

Cuadro 1. Los periodos culturales de la región de Bahía de los Ángeles asociados con cambios paleoambientales



Fuente: elaboración propia.

Copyrighted material

Paisaje antiguo

Diez a doce mil años antes del presente (a.p.), en el periodo que media entre finales del Pleistoceno y principios del Holoceno, la línea de costa presentaba una configuración diferente de la actual por efecto del menor nivel del mar resultante de la retención de agua en los glaciares. La bahía mostraba una conformación distinta, con una mayor extensión de playa y conexión de algunas islas entre sí y con la costa (Bloom 1983; fig. 1). Hacia el interior destacaba la presencia de algunos lagos remanentes del periodo Wisconsiniano, como Laguna Chapala y Agua Amarga.

El parteaguas peninsular que da lugar a las vertientes del Pacífico y del Golfo de California está conformado en esta latitud por las sierras La Asamblea al norte y San Borja al sur. Estas vertientes dan ocasión a condiciones climáticas diferentes que se reflejan en distintos tipos de vegetación. Durante el Holoceno temprano la vertiente del golfo presentaba ya una vegetación de carácter árido semejante a la descrita a partir de las madrigueras fósiles para la Sierra Bacha un poco al norte en la costa de Sonora (Van-Devender *et al.* 1994). Por el contrario, hacia la vertiente del Pacífico las evidencias vegetales en las madrigueras fósiles de las ratas "cambalacheras" o "de mochila" (*Neotoma* sp.) en las regiones de Cataviñá, al norte de la zona de estudio, y la Sierra San Francisco al sur, sugieren para el periodo Holoceno temprano un clima de inviernos más fríos y de mayor precipitación, y veranos menos calientes que en la actualidad. La vegetación esclerófila predominante durante este periodo (Peñalba y Van-Devender 1997, 1998; Rhode 2002) con especies características del chaparral *Juniperus californica* o de bosques de coníferas como *Pinus monophylla* presentaba una semejanza a la vegetación relictual que actualmente se localiza en las partes más altas de las sierras La Asamblea y San Borja (Wiggins 1980).

En esta parte de la península el parteaguas se encuentra mucho más cercano a la costa del golfo. Por ello, en la región cercana a BLA, cuya heterogeneidad de ambientes es reflejo de una diversidad fisiográfica y un gradiente altitudinal superior a los 1600 metros en la Sierra de San Borja, se localizaban diversos tipos de vegetación.

Los cambios paleoambientales están documentados en la historia geológica de Laguna Chapala, cerca de la región de estudio (Davis 2003). En el

Copyrighted material

periodo del Pleistoceno medio al tardío existió un extenso lago pluvial de aproximadamente 66 km^2 pero de escasos 9 m de profundidad. A partir de 9 000 años a.p., éste sufrió un gradual proceso de desecación desapareciendo totalmente hacia 7,500 años a.p. En este escenario arribaron los primeros pobladores a la región.

Aunque algunos autores sugieren su presencia desde fines del Pleistoceno (Arnold 1957), la evidencia arqueológica es más firme para el Holoceno temprano. En términos culturales este periodo se conoce como paleoindígena y se ubica temporalmente entre 13,000 y 8,000 ó 7,000 años a.p., y representa la existencia de dos desarrollos diferentes.

El primero es el de los cazadores Clovis, reconocidos por la elaboración de puntas de proyectil acanaladas. Aunque el rango temporal de su presencia es muy debatido, su fechamiento cae entre 13,000 y 11,000 años a.p. (Holliday *et al.* 1994, Ritter 1991, Haynes 2002), sus manifestaciones se presentan principalmente en las playas y dunas de los antiguos lagos pluviales y en las cercanías de las fuentes de agua. Al parecer eran pequeños grupos familiares, muy móviles, que establecían campamentos efímeros y que estaban orientados a la caza de fauna hoy extinta, como mamutes, mastodontes, camélidos, además de mamíferos más pequeños, algunas plantas y posiblemente alimentos marinos.

Su gran movilidad respondía no sólo a sus patrones de caza y aprovechamiento de ecosistemas vecinos sino a la necesidad de obtención de materia prima para la elaboración de sus herramientas y puntas de proyectil (Holliday *et al.* 1994, Haynes 2002).

En la Península de Baja California la presencia de estos grupos está escasamente documentada. Es probable que por efecto de la elevación del nivel del mar durante la última deglaciación, gran parte de las evidencias que permitirían reconstruir el periodo Clovis hayan quedado sumergidas en las aguas costeras, o cubiertas por procesos de depositación en las playas de los antiguos lagos interiores. Más aún, parte del material pudo haber sido reutilizado y transformado por los grupos que los siguieron.

No se tienen datos para la porción terrestre y la zona insular de la región de estudio, pero la presencia es plausible por los hallazgos en zonas colindantes, como la Sierra de San Francisco al sur, donde se han documentado tres puntas acanaladas tipo Clovis, un espécimen de una colección particu-

Copyrighted material

lar (Aschmann 1952) y dos procedentes de trabajo arqueológico de campo (Hyland y Gutiérrez 1996, Hyland 1997, Gutiérrez 2000), así como el hallazgo de tres puntas en diferentes lugares a lo largo de la costa de Sonora (Bowen 1976) y en Isla de Cedros en el Pacífico (Des Lauriers 2005).

La presencia de grupos San Dieguito (11,000–7,000 años a.p.) está mejor documentada para la región en Laguna Chapala (Ritter 1991, Gruhn y Bryan 2001), La Guija (Ritter *et al.* 1984) y Agua Amarga y sitios costeros en BLA (Davis 1968) y en el Pacífico, como Isla de Cedros (DesLauriers 2005) y Abrigo de los Escorpiones más al norte (Gruhn y Bryan 2001). Estos grupos se adaptaron a un clima cada vez más árido, al proceso de recesión de lagos anteriormente permanentes y a la desaparición de los mamíferos que eran los recursos básicos de los grupos Clovis, con estrategias de aprovechamiento de recursos lacustres y marinos en un rango de movilidad de cientos de kilómetros. Es probable que este aprovechamiento en ecosistemas tan diferentes pudiese haber estado relacionado con ciclos estacionales por parte de un mismo grupo (Ritter 1991) o que representaran la existencia de grupos territorialmente definidos desde épocas muy tempranas (Gruhn y Bryan 2001).

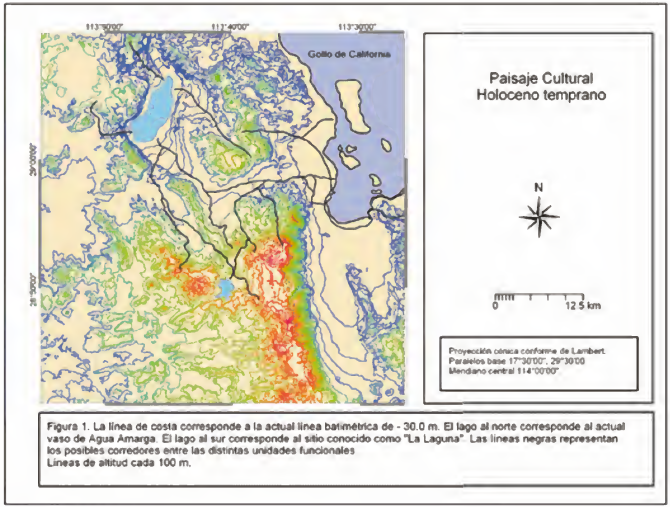
El paisaje cultural del Holoceno temprano se ha reconstruido como un escenario posible de actividad humana, principalmente a partir de condiciones paleoambientales y evidencias arqueológicas de las zonas colindantes (fig. 1).

Las variaciones funcionales se relacionaban con su dieta basada en recursos animales terrestres, marinos y dulceacuícolas, posiblemente complementada con la recolección de algunos recursos vegetales como los piñones de *Pinus monophylla* presentes en las elevaciones de las sierras circundantes (Van-Devender *et al.* 1994, Thompson-Arundel 2002). Otras variaciones funcionales se relacionan con las fuentes de materia prima para la elaboración de sus instrumentos líticos. Estos materiales de buena calidad en ocasiones se encontraban a varios cientos de kilómetros de distancia (Holliday *et al.* 1994, Haynes 2002).

La tendencia gradual a un clima cada vez más árido produjo cambios en la vegetación, proliferando las herbáceas anuales y en general especies con estrategias adaptativas de alta producción de semillas, frutos y raíces. Los grupos respondieron a estos cambios con nuevas formas de aprovechamiento, lo cual se hizo evidente en el desarrollo de implementos de molienda, de

Copyrighted material

Figura 1. Reconstrucción analítica del paisaje cultural del periodo Holoceno Temprano



Fuente: elaboración propia.

Copyright Material

nuevos instrumentos para la caza de mamíferos pequeños y el aprovechamiento de moluscos. Este periodo Arcaico se caracteriza en la región por una serie de culturas no diferenciadas (Ritter 2000). La primera ocupación de BLA en Aguaje San Juan alrededor de 6,000 años a.p. (Bendímez *et al.* 1993) y su larga secuencia de ocupación permiten inferir un uso más intenso de la zona costera en áreas cercanas a fuentes de agua permanente (Ritter 1998, 2000) y en el interior (Aceves-Calderón 2005). Las variaciones funcionales estratégicas estaban orientadas a un uso costero; el uso de sitios interiores era estacional en función de la disponibilidad de agua y recursos vegetales.

Paisaje prehistórico

El paisaje de la prehistoria tardía inicia a partir de 1,500 años a.p. y se extiende hasta el momento del establecimiento de las misiones del Desierto Central. Corresponde al desarrollo de los grupos relacionados con el complejo arqueológico Comondú (Massey 1966) y representa modificaciones en las adaptaciones culturales presentes en el momento del contacto con los europeos y que se encuentran registradas etnohistóricamente.

Durante el Holoceno tardío hubo algunas fluctuaciones climáticas de corta duración. En la parte sur de la península está documentado un periodo de aridez entre 600 y 1000 años a.p. (Molina-Cruz y Pérez-Cruz 1998), el cual correspondió a un vacío cultural en algunas zonas del Desierto Central (Hyland 1997) y a modificaciones en las estrategias adaptativas de los grupos en la región de estudio (Ritter 1998, 2000). Los rasgos principales están relacionados con una mayor densidad de sitios y un aumento en la población, una incipiente complejidad cultural, tanto en estrategias de aprovechamiento de recursos como en la apropiación simbólica del paisaje, además de indicios de una posible diferenciación social en términos de estatus.

En términos de aprovechamiento de recursos, Ritter (2000) propone un incremento en la eficiencia en la obtención de alimentos a través de factores como la intensificación en el uso de semillas de anuales y leguminosas, tejidos vegetales de agaves, quenopodiáceas, amarantáceas y halofitas, e incorporación de vertebrados marinos. También se dieron cambios importantes en la tecnología con la introducción del arco y la flecha y, paralelamente, en

Copyrighted material

los patrones de caza y movilidad de los grupos, y un manejo más eficiente del agua potable.

Para este momento ya se habían establecido las interacciones culturales entre los grupos de la costa y del interior con el intercambio de bienes y el establecimiento de alianzas. Hubo contacto limitado documentado con grupos al norte de la región, pero la mayor interacción se estableció en sentido este-oeste, de acuerdo con indicadores como motivos del arte rupestre, la distribución de obsidiana local y los restos de concha en sitios del interior, además de los documentos etnohistóricos (Ritter 1998, 2000).

Los grupos sociales eran unidades familiares individuales o múltiples que se congregaban o dispersaban en diferentes temporadas del año en la costa o tierra adentro en las inmediaciones de BLA dependiendo de la disponibilidad de los recursos alimenticios. Los lugares con fuentes de agua más permanentes fueron los más importantes y pudieron haber sido usados durante todo el año por una parte de la población. La mayor fragmentación de las bandas pudo haber sucedido durante invierno o primavera, cuando los grupos podrían haber complementado la dieta dominada por semillas de plantas anuales con recursos marinos y animales terrestres. A fines de la primavera y en el verano los grupos podrían haberse congregado en oasis clave que presentaban los recursos más importantes de manera más regular (del Barco 1988; Aschmann 1959; Ritter 1998, 2000).

Las variaciones funcionales de este paisaje están enfocadas al uso de la zona costera y el interior, relacionadas con procesos de recolección, procesamiento y consumo de alimentos, obtención de materia prima y fabricación de artefactos, además de actividades rituales y funerarias. Los campamentos de ocupación más prolongada se ubican en la zona costera, en zonas de fácil acceso a recursos vegetales y costeros. En el interior, el uso es más efímero y las variaciones funcionales se asocian a la caza, la obtención de materia prima o elaboración de herramientas, y manifestaciones de arte rupestre.

En la zona costera los sitios se concentran en la parte sur de la bahía, en las zonas más protegidas y que muestran abundancia de recursos marinos. En el interior, los sitios se distribuyen cerca de las fuentes de agua temporal, como aguajes, tinajas, oasis, cauces y los lagos estacionales. Los lugares simbólicos, por otro lado, están relacionados principalmente con rasgos geomorfológicos, como los complejos funerarios de la costa en colinas roco-

Copyrighted material

sas (Ritter 1998) y los resguardos con pinturas rupestres en afloramientos de granito o riolita en lugares protegidos de la intemperización, como en Montevideo, Yubay y Las Tinajitas.

Estas unidades funcionales estaban conectadas por senderos y veredas. En gran medida, esta red de corredores era definida por elementos físicos presentes en el paisaje, como antiguas playas en lagos interiores, cauces, cañadas, y la línea de costa en la bahía, pero a ellos se superponía el trazo de senderos o corredores culturales como en el caso de zonas tierra adentro en el Valle de San Julián, algunos de los cuales continúan en uso hasta la actualidad (fig. 2).

De acuerdo con Bowen *et al.* (2005) se puede documentar la ocupación temporal de Isla Ángel de la Guarda frente a BLA por lo menos durante la prehistoria tardía, y la presencia de materiales y rasgos arqueológicos similares a los que se presentan tanto en la zona costera de la bahía como tierra adentro (Bowen 2000, 2004; Ritter 1998, 2000). Las unidades funcionales corresponden tanto a lugares de apropiación simbólica como de aprovechamiento y obtención de un recurso importante: la obsidiana. Algunos análisis de fluorescencia de rayos X (XRF) en muestras obtenidas en sitios costeros y terrestres de la región, han identificado el origen de este recurso en un depósito ubicado en esa isla (Shackley 1995, 1996, 2004a, 2004b, 2005; Bowen 2000).

Paisaje histórico

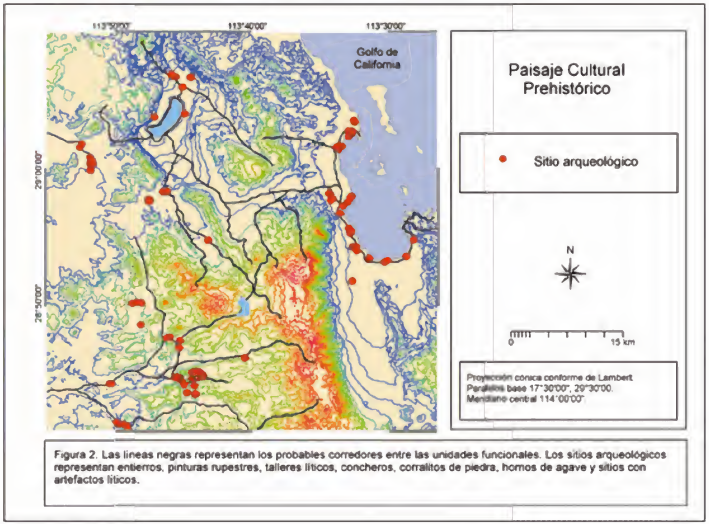
La temporalidad de este paisaje se extiende desde las fundaciones misionales jesuitas a mediados del siglo XVIII, hasta el primer tercio del siglo XX.

El paisaje misional implica una transformación radical en la apropiación del espacio, tanto en relación con el uso del territorio como en el ámbito simbólico. Su construcción desde la cosmovisión europea trastocó las interacciones sociales entre los grupos, articulándolas en una nueva esfera de relaciones económicas, políticas, sociales e ideológicas que superaron el ámbito regional y se integraron por primera vez en un sistema mundial (Wallerstein 1990).

La región fue conocida por los europeos a partir de las exploraciones marítimas a las costas del Golfo de California de mediados del siglo XVI. Los

Copyrighted material

Figura 2. LasReconstrucción analítica del paisaje cultural del periodo Prehistórico Tardío



Fuente: elaboración propia.

Copyright Tirant

reconocimientos más sistemáticos por mar y por tierra se realizaron hasta mediados del siglo XVIII, con el propósito de encontrar lugares adecuados para el establecimiento de misiones y de esta manera apoyar el avance al norte de las instituciones coloniales.

La característica física más importante de un lugar apropiado para la fundación de una misión era la disponibilidad de agua de manera permanente, no sólo para consumo directo sino para irrigar los campos de cultivo. De igual importancia era la existencia de suelo adecuado y suficiente para labores agrícolas y terreno apto para el pastoreo. Para sustentar el proyecto ideológico era necesaria la presencia de indígenas a los cuales evangelizar.

Sin embargo, a pesar de la introducción de la agricultura y del abastecimiento de provisiones por vía marítima a través del puerto de BLA, el esquema de intensificación de actividades productivas y asentamientos permanentes falló. Al no ser posible mantener a los indígenas de manera permanente en las misiones, los jesuitas promovieron la continuación de las estrategias tradicionales de aprovechamiento de recursos, tal como se hacía en el pasado, lo que dio como resultado una fusión de los elementos de la dieta. Las estancias temporales en la misión servían para la instrucción en la fe (Clavijero 1970, Aschmann 1959, del Río 1998). Posteriormente los franciscanos y dominicos construyeron largos diques y tanques de almacenamiento en los manantiales, instalaciones que se encuentran en uso parcialmente hasta la actualidad.

En este sentido continuaron las variaciones funcionales del paisaje prehistórico en términos del aprovechamiento de recursos alimenticios. De la misma manera, los nodos articuladores del espacio fueron los principales aguajes y manantiales que habían sido el centro de la dinámica de los grupos prehistóricos. Sin embargo, los antiguos centros como Yubay, Montevideo, Las Tinajitas y quizá San Ignacito, dejaron de ser los puntos de celebración ritual, de reunión social y de intercambio económico entre los diversos grupos indígenas, y se convirtieron en rancherías sujetas a la institución misional cuyo núcleo se estableció en la antigua ranchería de Adac a partir de la fundación de la misión de San Francisco de Borja. Así, a pesar de que continuaron las unidades funcionales asociadas con la subsistencia, cambió la distribución espacial y la jerarquía de los sitios.

Copyrighted material

Por otro lado, el modelo de interacciones este-oeste entre las poblaciones prehistóricas se modificó en un eje norte-sur introducido por el Camino Real que conectaba los demás establecimientos misionales. No obstante, estos caminos históricos seguían el trazo de antiguos senderos y corredores culturales, que databan al menos de la prehistoria tardía (fig. 3).

Aunque la estructuración del paisaje histórico se establece por los mismos corredores en uso desde tiempos prehistóricos, por lo menos, la intención no era el acceso a los recursos simbólicos o materiales en las antiguas variaciones funcionales sino la comunicación extra regional de acuerdo con otros imperativos en un sistema mundial. En términos simbólicos, la apropiación del paisaje fue más dramática y el territorio fue marcado por nuevos elementos religiosos.

Las transformaciones radicales a su estilo de vida, la destrucción de los referentes materiales de su cosmovisión, además de las enfermedades traídas por los europeos, diezmaron la población indígena hasta su desaparición (del Río 1998).

Al fin del periodo los terrenos asociados a las misiones se convirtieron en propiedad de antiguos soldados que iniciaron su vida civil en algunos ranchos, ocupando los sitios de antiguas visitas misionales y anteriores campamentos indígenas.

Uno de los elementos más importantes de fines del siglo XIX fue la explotación minera en el Desierto Central. A fines de 1880 se localizó un depósito muy rico de plata 22 km tierra adentro de BLA. El mineral de San Juan estuvo en explotación hasta 1896 y se intentó reabrir en 1913 y 1914. La hacienda de beneficio era Las Flores (Chaput *et al.* 1992). Posteriormente se explotaron otras minas como Luz de México y El Desengaño; ésta última conserva parte de sus estructuras en ruinas. Aunque esta actividad económica no está en explotación actualmente, forma parte de la historia reciente de la región.

La estructuración del paisaje minero se da por una lógica diferente, la económica. Por primera vez se aprovechan sistemáticamente algunos rasgos del terreno, como la parte alta de las sierras de La Libertad y Las Flores, y BLA se utiliza como puerto para el embarque del mineral. Las variaciones funcionales están relacionadas con las áreas de explotación y procesamiento del mineral: beneficio, molinos y zonas de embarque y transporte, además de las conexiones por vía terrestre y marítima con los centros de fundición

Copyrighted material

y exportación como Santa Rosalía, al sur, y a través del Golfo con Cananea, vía Guaymas.

Discusión y conclusiones

En una región geográfica como BLA se pueden reconstruir diversos paisajes culturales. Cada uno representa una construcción analítica que parte del reconocimiento de distintos patrones socioculturales expresados en una escala espacial en cada momento histórico. A pesar de lo anterior existen rasgos que conforman nodos de articulación que se han mantenido invariables a lo largo del tiempo, como las fuentes de agua permanentes como los manantiales, o semipermanentes como las tinajas. Esto implica la necesidad de establecer estrategias de manejo del recurso hídrico que permitan preservar el frágil equilibrio entre fuentes de agua y actividad humana.

La reconstrucción analítica de estos paisajes trasciende el interés exclusivamente científico, ya que permitirá aportar valiosos elementos adicionales para la conservación de una región en la que sólo se ha considerado lo biológico como importante. La posibilidad de integrar la dimensión ecológica y cultural a través de los paisajes culturales dentro las ANP de la región, aporta nuevos elementos para la conservación de una región sobre la que ya existen planes de desarrollo en los que sólo se ha considerado como vulnerable el aspecto ecológico-biológico. La propuesta de paisajes culturales representa la defensa conjunta de los recursos bióticos y culturales, al mismo tiempo que ofrece fuentes potenciales de ingreso para los habitantes de la región con la creación de una oferta alternativa para el turismo y la posibilidad de extender la investigación científica.

Si bien el concepto de paisaje cultural es una construcción moderna de las distintas formas de uso, aprovechamiento o alteración del paisaje natural por cierto grupo social, las evidencias de la percepción en cuanto a las distintas capacidades y "calidades" del entorno para distintos tipos de aprovechamiento no son ajenas a ninguna sociedad, sea ésta un grupo tribal o una sociedad más compleja de las llamadas "modernas".

En este sentido, además del uso del suelo, la percepción del espacio como sentido de lugar cambia para los diversos grupos sociales (Casey 1996, Feld y Basso 1996, Ashmore y Knapp 1999). El reconocimiento explícito de la in-

Copyrighted material

disoluble relación del hombre con su entorno, evidente en el uso del espacio a lo largo del tiempo, permitirá desarrollar estrategias de manejo conjunto para áreas con gran riqueza biológico-cultural.

La valoración social de estos paisajes culturales, teóricamente construidos como manifestaciones del uso del territorio por los grupos prehistóricos e históricos, puede favorecer la formación de nuevas actitudes y prácticas de conservación de los recursos culturales y ecológicos a través de estrategias de educación ambiental, educación para la conservación e interpretación del patrimonio desde una perspectiva holística, integradora e interdisciplinaria.

Agradecimientos

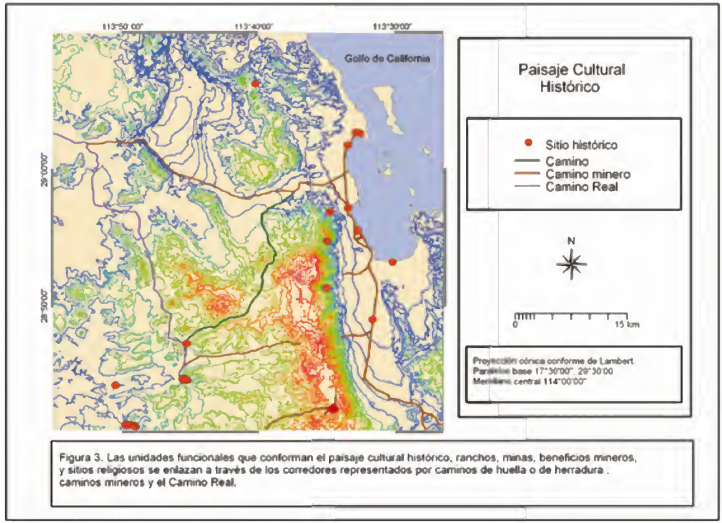
Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas del Instituto Nacional de Ecología, de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. La Dirección del Centro Baja California del Instituto Nacional de Antropología e Historia, Carolina Sheppard-Espinoza y Eric W. Ritter generosamente permitieron acceso a sus bases de datos. Los comentarios de Miguel Téllez enriquecieron este trabajo. Agradecemos al Consejo de Arqueología del Instituto Nacional de Antropología e Historia por la autorización para el trabajo arqueológico de campo.

Resumen

Se hace una reconstrucción analítica de los paisajes culturales de los periodos Holoceno temprano, Prehistórico e Histórico en la región de Bahía de los Ángeles (BLA) que cubre un área aproximada de 165,000 ha. Los paisajes se definen en función de sus unidades o variaciones funcionales y de los corredores que los conectan. La reconstrucción de estos paisajes trasciende el interés exclusivamente científico desde una perspectiva geográfica o una postura humanista, ya que permitirá aportar valiosos elementos adicionales para la conservación de una región en la que sólo se ha considerado lo biológico como importante. La posibilidad de integrar las dimensiones biológica y cultural a través de los paisajes culturales a las áreas naturales protegidas (ANPs) que convergen en la región de BLA, aporta nuevos elementos para la

Copyrighted material

Figura 3. Reconstrucción analítica de los paisajes culturales de los periodos históricos misional y minero



Fuente: elaboración propia.

Copyright material

conservación de un territorio sobre el que ya existen planes de desarrollo y en los que sólo se ha considerado como vulnerable el componente ecológico-biológico. La reconstrucción de estos paisajes culturales representa así la defensa de los recursos bióticos y culturales. En este sentido, nuestra propuesta se orienta a la creación de escenarios de conservación que permitan la inclusión e integración de los recursos culturales no monumentales y los elementos ecológicos en un solo modelo, tanto a nivel de diseño de políticas públicas como de acciones de manejo.

Abstract

An analytical reconstruction is presented of the cultural landscapes of the Bahía de los Ángeles (BLA) region during the early Holocene, Prehistoric and Historic periods, covering an area of approximately 165,000 ha. The landscapes are defined according to their units or functional variations, as well as by the corridors that connect them. The reconstruction of these landscapes transcends the exclusive scientific interest from a geographic perspective or humanistic position, since the reconstruction of cultural landscapes will contribute valuable additional elements towards the conservation of a region that has solely been considered important from the biological standpoint. The possibility for cultural landscapes to combine both the biological and cultural dimensions into the overall assessment of the natural protected areas (NPAs) that converge in the BLA region brings new elements for the conservation of a territory where development plans have considered only the ecological and biological components as vulnerable. Thus, the reconstruction of these cultural landscapes represents a defense of biotic and cultural resources. In this sense, our proposal is orientated towards the creation of conservation scenarios that allow the inclusion and integration of cultural resources and ecological elements into one model, at the levels of both public policy and management actions.

Copyrighted material

Referencias

Aceves-Calderón P. 2005. Los Paisajes Culturales como Modelo Holístico de Conservación en Zonas Áridas. Bahía de los Ángeles, Baja California, México. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, UABC, 152 pp.

Arnold BA. 1957. Late Pleistocene and Recent Changes in Land Forms, Climate and Archaeology in Central Baja California. *Univ. Calif. Publ. Geogr.* 10 (4): 201–317.

Aschmann H. 1952. A fluted point from central Baja California. *Am. Antiquity* 17 (3): 262–263.

Aschmann H. 1959. *The Central Desert of Baja California: Demography and Ecology.* Ibero-Americana : 42. University of California Press, Berkeley, 282 pp

Ashmore W, Knapp AB (eds.). 1999. *Archaeologies of Landscape: Contemporary Perspectives.* Blackwell Publishers, Malden, Massachusetts, 292 pp.

Bendímez J, Téllez MA, Serrano J. 1993. Excavaciones arqueológicas en el poblado de Bahía de los Ángeles. Estudios Fronterizos. *Rev. Inst. Inv. Soc.* UABC 31–32: 175–216.

Bloom AL. 1983. Sea level and coastal changes. En: HE Wright Jr (ed.), *Late Quaternary of the United States: The Holocene.* Vol. 2. University of Minnesota Press, Minneapolis. Pp. 42–51.

Bowen T. 1976. Seri Prehistory: The Archaeology of the Central Coast of Sonora, México. *Anthrop. Pap. Univ. Arizona* 27:1–120.

Bowen T. 2000. *Unknown Island: Seri Indians, Europeans, and San Esteban Island in the Gulf of California.* University of New Mexico Press, Albuquerque, 548 pp.

Bowen T. 2004. Archaeology, biology and conservation on islands in the Gulf of California. *Environ. Conserv.* 31(3): 199–206

Bowen T, Ritter EW, Bendímez-Patterson J. 2005. Archaeology of the Bahía de los Ángeles Biosphere Reserve. Ponencia presentada en el VI Encuentro Binacional: balances y perspectivas 2005, "Frontera Dominica y Franciscana: La Alta y Baja California". Tijuana, B. C. [En disco compacto].

Casey ES. 1996. How to Get from Space to Place in a Fairly Short Stretch of Time. En: S Feld, KH Basso (eds.), *Senses of Place.* School of American Research Press. Santa Fe. Pp. 13–52.

Clavijero FX. 1970 [orig. 1767]. *Historia de la Antigua o Baja California.* Edición preparada por Miguel León-Portilla. Editorial Porrúa, México, 243 pp.

Copyrighted material

Chaput DW, Mason M, Zárate-Loperena D. 1992. *Modest Fortunes: Mining in Northern Baja California*. Natural History Museum of Los Angeles County. Los Angeles, 245 pp.

Darvill T, Gerrard C, Startin B. 1993. Identifying and protecting historic landscapes. *Antiquity* 67: 563–574.

Davis EL. 1968. An Archaeological Reconnaisance in the Central Desert of Baja California. *Archaeological Annual Report* 10: 176–208 Department of Anthropology. University of California, Los Angeles.

Davis L. 2003. Geoarchaeology and Geochronology of Pluvial Lake Chapala, Baja California, México. *Geoarchaeology: An International Journal* 18(2): 205–223.

del Barco M. 1988 [*c* 1770]. *Historia Natural y Crónica de la Antigua California*. Edición y estudio preliminar de Miguel León Portilla. UNAM. México, 482 pp.

del Río I. 1998. *Conquista y aculturación en la California jesuítica* 1697–1768. UNAM, México. 238 pp.

Des Lauriers M. 2005. Recent Archaeological Discoveries on Isla de Cedros, Baja California. Paper presented at the Sixth Binational Symposium on Balances y Perspectivas: Antropología e Historia de Baja California. CONACULTA-INAH. Tijuana. [En disco compacto].

Feld S, Baso KH (eds.). 1996. *Senses of Place*. School of American Research Press. Santa Fe. 293 pp.

Gruhn R, Bryan A. 2001. An Interim Report On Two Rockshelter Sites With Early Holocene Occupation In The Northern Baja California Peninsula. Memorias del 2° Simposio Binacional "Balances y Perspectivas: Antropología e Historia de Baja California". Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Instituto de Culturas Nativas de Baja California, A. C. (CUNA), Southwest Center for Environmental Research and Policy (SCERP), Museo de las Californias-Centro Cultural Tijuana (CECUT). Ensenada, B. C. [En disco compacto].

Gutiérrez ML. 2000. Arqueología de la Sierra de San Francisco: dos décadas de investigación del fenómeno Gran Mural. Memorias de la Primera Reunión Binacional "Balances y Perspectivas de la Baja California Prehispánica e Hispánica". CONACULTA-INAH. Mexicali, B. C. [En disco compacto].

Haynes G. 2002. The *Early Settlement of North America. The Clovis Era*. Cambridge University Press, New York, 345 pp.

Holliday VC, Haynes Jr CV, Hofman JL, Meltzer DL. 1994. Geoarchaeology and Geochronology of the Miami (Clovis) Site, Southern High Plains Texas. *Quatern. Res.* 41: 234–244.

Copyrighted material

Hyland, J. 1997. Image, land and lineage: Hunter-gatherer archaeology in Central Baja California. Ph D. Dissertation. University of California, Berkeley. 550 pp.

Hyland JR, Gutiérrez ML. 1996. An obsidian fluted point from central Baja California. *J. Calif. Great Basin Anthrop.* 18: 126–128.

INAH. 1995. *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos 1972*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México, 21 pp.

INEGI. 2001. *Síntesis Geográfica de Baja California*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes. 98 pp.

Leyva C, Aceves-Calderón P, Wilken M. 2001. El uso de los recursos culturales como instrumento para la conservación y manejo. Memorias del 2° Simposio Binacional "Balances y Perspectivas: Antropología e Historia de Baja California". Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), Instituto de Culturas Nativas de Baja California, A. C. (CUNA), Southwest Center for Environmental Research and Policy (SCERP), Museo de las Californias-Centro Cultural Tijuana (CECUT). Ensenada, B. C. [En disco compacto].

Massey WC. 1966. Archaeology and Ethnohistory of Lower California. En: GF Ekholm, GR Willey (eds.), *Archaeological Frontiers and External Connections*. Handbook of Middle American Indians 4. University of Texas Press, Austin. Pp 38–58.

Meigs P. 1935. The Dominican Mission frontier of Lower California (Mexico). *Univ. Calif. Publ. Geogr.* 7: 231 pp.

Molina-Cruz A, Pérez-Cruz L. 1998. High Resolution Paleoceanography of Bay of La Paz, Gulf of California, evidenced by Recent Radiolarians. American Quaternary Association Program and Abstracts of the 15th Biennial Meeting. Puerto Vallarta, México. P. 50.

Peñalba MC, Van-Devender RT. 1997. Pollen Analysis of late Wisconsin and Holocene packrat (Neotoma) middens from San Fernando and Cataviñá, Baja California, Mexico. En: *Second Annual Baja California Botanical Symposium*. San Diego Natural History Museum, San Diego, CA.

Peñalba MC, Van-Devender RT. 1998. Cambios de vegetación y clima en Baja California, México, durante los últimos 20,000 años. Geología del Noroeste. *Instituto de Geología, UNAM*. 2(2): 21–23.

Poder Ejecutivo Federal. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*. 28 de enero de 1988.

Rhode D. 2002. Early Holocene Juniper Woodland and Chaparral Taxa in the Central Baja California Peninsula, Mexico. *Quatern. Res.* 57: 102–108.

Copyrighted material

Riemann H. 2001. Flora Vascular Endémica de la Península de Baja California: Patrones de Distribución y Escenarios de Conservación. Tesis Doctoral, UNAM. México. 117 pp.

Ritter EW. 1991. Los Primeros Bajacalifornianos: Enigmas cronológicos, ecológicos y socioculturales. Estudios Fronterizos. *Revista del Instituto de Investigaciones Sociales. UABC.* No. 24–25: 175–216.

Ritter EW. 1998. Investigations of Prehistoric Behavioral Ecology and Cultural Change within the Bahía de los Ángeles Region, Baja California. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 34 (3): 9–43.

Ritter EW. 2000. Observations regarding the Prehistoric Archaeology of Central Baja California. Memorias de la Primera Reunión Binacional "Balances y Perspectivas de la Baja California Prehispánica e Hispánica". CONACULTA-INAH. Mexicali, B. C. [En disco compacto].

Ritter EW, Aceves-Calderón P. 2006. Fragments of Archaeological Landscapes in North-central Baja California, México. Paper presented in VII Encuentro Internacional Balances y Perspectivas 2006: Hallazgos recientes en las Tres Californias. CONACULTA-INAH México, D. F. [En disco compacto].

Ritter EW, Payen LA, Rector CH. 1984. An Archaeological Survey of Laguna La Guija, Baja California. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 20(1):17–26.

Sauer C. 1925. *The Morphology of Landscape.* Univ. Calif. Publ. Geogr. 2 (2): 19–53.

Sauer C. 1941. Foreword to Historical Geography. *Ann. Assoc. Am. Geogr.* 31: 1–24

Sauer C, Meigs P. 1927. Lower Californian Studies. I. Site, and Culture at San Fernando Velicatá. *Univ. Calif. Publ. Geogr.* 2 (9): 271–302.

Shackley SM. 1995. Análisis de Energía Dispersiva de Fluorescencia de Rayos X (EDXRF) en artefactos de obsidiana de ochos sitios arqueológicos en Bahía de los Ángeles, BC: Temporada de campo 1994. En: EW Ritter (ed.), Informe: Investigaciones de Ecología Social y Cambios entre Culturas Prehistóricas en la Región de Bahía de los Ángeles, BC (1994). Report submited to the Consejo de Arqueología, INAH, México, DF. Pp. 198–203.

Shackley SM. 1996. Análisis de Energía Dispersiva de Fluorescencia de Rayos X (EDXRF) en artefactos de obsidiana y estándares de yacimiento de cinco sitios arqueológicos en Bahía de los Ángeles, BC: Temporada de campo 1995. En: EW Ritter (ed.), Informe: Investigaciones de Ecología Social y Cambios entre Culturas Prehistóricas en la Región de Bahía de los Ángeles, BC (1994) Report submited to the Consejo de Arqueología, INAH, México, DF. Pp. 201–210.

Copyrighted material

Shackley SM. 2004a. An Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) Analysis of Obsidian Artifacts from Agua de Higuera, Camino San Borja, Valle de San Julián and San Ignacito, Central Baja California. Report Prepared for Patricia Aceves-Calderón. Archaeological XRF Lab. University of California, Berkeley. Pp. 1–5.

Shackley SM. 2004b. Source Provenance of Obsidian Artifacts from Laguna Manuela and La Angostura, Central Baja California. Report Prepared for Dr. Eric Ritter. Archaeological XRF Lab. University of California. Berkeley. Pp. 1–4.

Shackley SM. 2005. An Energy-Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) Analysis of Obsidian Artifacts from Agua de Higuera, Valle de San Julián and San Ignacito, Central Baja California. Report Prepared for Patricia Aceves-Calderón. Archaeological XRF Lab. University of California, Berkeley. Pp. 1–4.

Thompson-Arundel S. 2002. Modeling Climate Limits of Plants Found in Sonoran Desert Packrat Middens. *Quatern. Res.* 58: 112–121.

UNESCO Comité Intergubernamental de Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural. 1999. *Directrices prácticas sobre la aplicación de la Convención para la Protección del Patrimonio Mundial.* WHC.99/2. Centro UNESCO del Patrimonio Mundial, París, 38 pp.

UNESCO Intergovernmental Committee for the protection of the World Cultural and Natural Heritage. 2005. *Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention.* WHC.05/2. World Heritage Centre, París, 151 pp.

Van-Devender RT, Burgess TL, Piper JC, Turner RM. 1994. Paleoclimatic Implications of Holocene Plant Remains from the Sierra Bacha, Sonora, Mexico. *Quatern. Res.* 41: 99–108.

Wallerstein I. 1990. Análisis de los Sistemas Mundiales. En: A Giddens, J Turner (eds), *La Teoría Social Hoy.* Alianza Universidad, Madrid. Pp. 398–417.

Wiggins I. 1980. *Flora of Baja California.* Stanford University Press, Stanford, 1023 pp.

Copyrighted material

Copyrighted material

5 *Arqueología*

Thomas Bowen, Eric W Ritter y
Julia Bendímez-Patterson

Introducción

Al enfocarse en las especies animales y vegetales, los esfuerzos para la conservación con frecuencia soslayan el hecho de que los pueblos indígenas frecuentemente han sido actores importantes en los ecosistemas locales, interactuando con plantas y animales nativos por largos periodos de tiempo. Los seres humanos han habitado la Baja California por al menos 13,000 años (Laylander 2006) y durante al menos 6000 años la región de Bahía de los Ángeles (BLA), donde han quedado registradas sus actividades en sitios arqueológicos. En este capítulo se ha revisado este registro arqueológico, se han identificado las principales amenazas, y se sugiere un punto de partida para proteger los recursos culturales de la zona.

Arqueología de Bahía de los Ángeles y Bahía Las Ánimas

Cuando Francisco de Ulloa navegó más allá de BLA en 1539, la región (ver mapa general, al principio del libro) era habitada por un pueblo de cazadores y recolectores altamente nómadas conocido como cochimíes. En 1746, el misionero explorador jesuita Fernando Consag bautizó la bahía con su nombre actual y escribió el primer informe acerca de estos indígenas (Venegas 1966).

Copyrighted material

En 1762, cuando se fundó la Misión de San Francisco de Borja en Adac, 25 km tierra adentro, BLA se convirtió en su puerto de abastecimiento y los indígenas fueron sometidos al dominio europeo. La misión fue clausurada en 1818 después de que las epidemias traídas por los europeos acabaron con la población indígena, y BLA permaneció deshabitada hasta la llegada de la explotación minera hacia fines del siglo XIX.

Aún durante le época en que estuvo abandonada, la bahía atraía visitantes ocasionales gracias a dos recursos cruciales: las aguas protegidas de la propia bahía y su manantial permanente de agua dulce conocido como el Aguaje de San Juan. Desde la prehistoria hasta la extinción de los cochimíes, para los indígenas la bahía no sólo ofrecía agua sino también una variedad de recursos alimenticios marinos y costeros, además del acceso a plantas y animales de las tierras interiores. Como resultado de esto, la ahora Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes cuenta con un rico acervo arqueológico probablemente con miles de sitios.

Historia de la investigación

Las investigaciones arqueológicas en la costa iniciaron desde hace mucho tiempo (ver Ritter, 2006). En 1887 el coleccionista botánico Edward Palmer excavó una cueva sepulcral detrás del poblado de BLA, aunque sus restos no fueron analizados hasta mucho después (Massey y Osborne 1961; Noble 1973a, 1973b; Tyson 1975). Estudios paleoambientales de los concheros realizados en la década de 1950 por Carl Hubbs produjeron las primeras fechas de carbono radiactivo de la ocupación humana de la región (Hubbs *et al.*, 1960, 1962, 1965; Moriarty 1968). En 1965 la arqueóloga Emma Lou Davis (1968) registró durante una semana los sitios arqueológicos costeros, y dos décadas después John Foster (1984) reportó un sitio con posibles conexiones trans-Golfo de California (GC). En las décadas de 1980 y 1990, Ritter (1994, 1995, 1997, 1998; Ritter *et al.*, 1994, 1995) llevó a cabo amplios estudios multidisciplinarios sobre Bahía Las Ánimas y BLA mientras que Bendímez-Patterson *et al.* (1993) realizaron excavaciones en el conchero hallado en el Aguaje de San Juan.

Copyrighted material

Sitios

Se han registrado más de 100 sitios arqueológicos en BLA y Bahía Las Ánimas, la mayoría se puede clasificar en unas cuantas categorías:

Sitios costeros de conchas

Estos sitios, por mucho los más numerosos, contienen un registro largo y detallado del aprovechamiento antropogénico de recursos faunísticos. Muchos consisten en restos culturales sobre o en las dunas costeras; otros son acumulaciones tierra adentro. Van desde reducidas extensiones superficiales de conchas dispersas hasta verdaderos concheros o conchales —densas acumulaciones de literalmente millones de conchas compactadas, algunos quemados, intercalados con otros restos animales, carbón y artefactos (fig. 1). La extensión superficial de estos sitios varía desde menos de 50 m de diámetro hasta más de 1.5 km de longitud. Aunque se han identificado 51 taxones de conchas, predominan las pequeñas conchas venus (*Chione* spp.), las cuales en muchos sitios constituyen más del 95% de los restos de conchas.

Figura 1. Bahía de los Ángeles. Conchero El Chiste (UC-BC-18) viendo hacia el oeste

Copyrighted material

Entre otros restos animales se pueden encontrar restos de tiburones, rayas, peces arrecifales y de fondos arenosos, tortugas marinas, mamíferos marinos, cangrejos y huesos de aves y mamíferos terrestres en pequeñas cantidades. Usualmente dispersas entre los artefactos se pueden encontrar principalmente lascas de piedra. Las herramientas terminadas incluyen puntas de proyectil y herramientas hechas a base de laminillas de concha. En varios sitios los metates y sus manos indican la importancia de los alimentos vegetales en la dieta. El conjunto de artefactos y restos alimenticios sugieren que estos sitios eran campamentos costeros ocupados periódicamente por grupos familiares, en algunos casos por lapsos de cientos a miles de años.

Corrales de rocas acomodadas y apiladas y claros

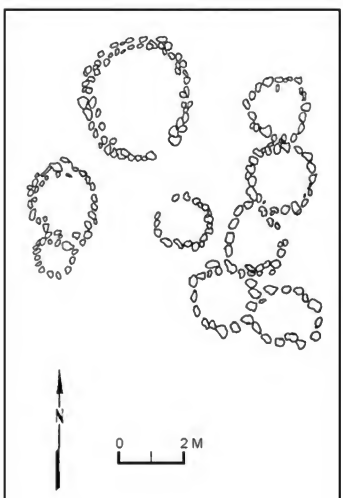
Muchos sitios se caracterizan por estructuras circulares u ovales que varían desde simples claros hasta corrales de rocas apiladas, parcial o completamente cerrados. Se han observado varios cientos de estas estructuras a lo largo de la línea de costa, así como tierra adentro en abanicos aluviales, lomas bajas y, ocasionalmente, en sitios remotos con vistas panorámicas. Algunos se encuentran aislados pero la mayoría de ellos se encuentran en grupos de hasta 62 (fig. 2). La mayoría tienen un diámetro interno entre 1.5 y 4.0 m. Los claros y los corrales frecuentemente están asociados a conchas y artefactos que sugieren que al menos algunos de ellos eran utilizados como dormitorios y para protegerse del viento (Aschmann 1959).

Sitios de manufactura

Frecuentemente llamadas canteras, estas comunes y a veces grandes acumulaciones de restos líticos son localidades donde se extraía la roca y se manufacturaban herramientas. La mayoría de estas rocas utilizadas para herramientas, incluían riolita, basalto, cuarzo, y varias rocas silíceas, se encontraban disponibles en la localidad, aunque, aparentemente la obsidiana se traía en pequeñas cantidades desde fuentes más distantes (Ritter 2006). Dado que las herramientas terminadas eran llevadas a otras partes para ser utilizadas, en estos sitios sólo se encuentran astillas de desecho y herramientas inacabadas que se rompían antes de ser terminadas.

Copyrighted material

Figura 2. Bahía de los Ángeles. Corrales de piedras en el Cerro Los Angelitos (UC-BC-32)



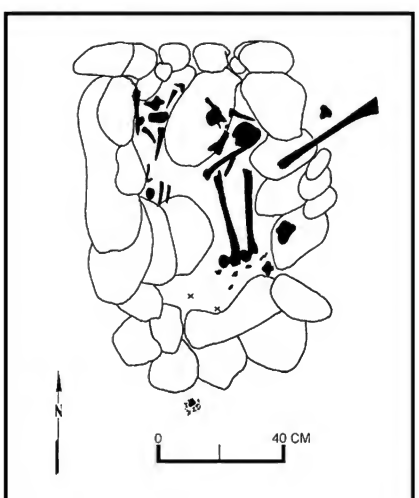
Sepulturas

Los muertos eran sepultados en áreas residenciales pero también en cementerios aislados. Los tipos de sepulturas incluyen los de esqueletos flexionados o extendidos, entierros secundarios, múltiples y posiblemente crematorios. El sepulcro más famoso es la cueva excavada por Palmer en 1887, en la que se encontraron siete esqueletos y numerosos artefactos asociados, muchos de ellos hechos con materiales efímeros. Entre esos artefactos se encuentran zarzos, tapetes, cuerdas, silbatos de carrizo, y caperuzas de cabello humano,

Copyrighted material

estas últimas, importantes piezas de la parafernalia de los shamanes cochimíes. Un fragmento de tela tejida de algodón (*Gossipium* spp.), de fuera de la península, debe haber sido producto del intercambio con los pobladores del continente, ya sea del resto de México o del suroeste de los Estados Unidos (Massey y Osborne 1961). Además de las sepulturas en cuevas, se han localizado alrededor de 10 tumbas bien escondidas, selladas con rocas (fig. 3), y alrededor de 25 sepulturas en fosas inclinadas (*talus pits*). En un caso particular, las fosas inclinadas parecen estar asociadas con más de 40 claros irregulares, veredas especiales y mojoneras espaciadas que sugieren elaborados rituales de sepultura.

Figura 3. Bahía Las Ánimas. Tumba funeraria en el Cerrito de las Calaveras (UC-BC-45). Las figuras delineadas son rocas, el color sólido representa huesos, las "×" representan conchas



Copyrighted material

Otros sitios

Entre los sitios arqueológicos menos comunes encontramos mojoneras de rocas apiladas, sendas, pinturas rupestres, y cuevas que posiblemente eran utilizadas como almacenes.

Artefactos

La mayoría de los sitios arqueológicos contienen artefactos que pueden clasificarse en varias categorías distintas:

Lascas y núcleos (*cores*) de piedra

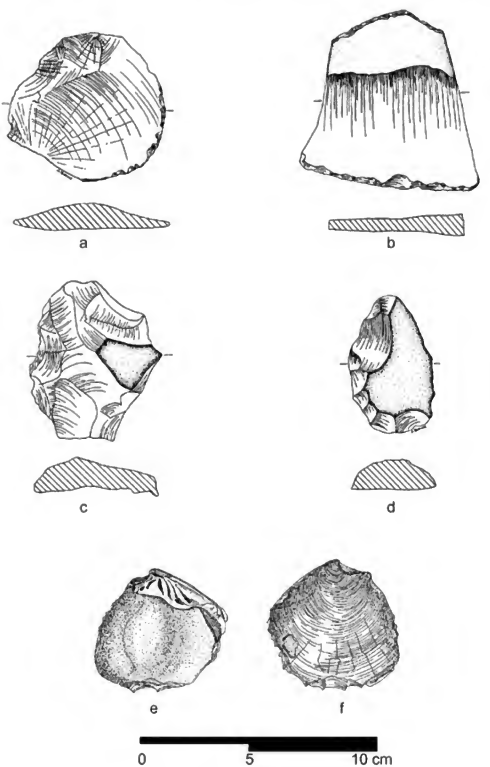
La mayoría de las herramientas de piedra dentro de la ahora Reserva de la Biósfera eran hechas mediante percusión con instrumentos duros utilizados como martillos, siendo ésta la técnica más rudimentaria para trabajar la piedra. En este proceso, el artesano usa una piedra redondeada como martillo para eliminar capas sucesivas de roca de la cantera transformándola en un "núcleo". El lascado por percusión produce núcleos menores y grandes cantidades de lascas de desperdicio, lo que explica su presencia en sitios de toda la región. Algunas lascas y núcleos de piedra con aristas afiladas pudieron haber sido usadas como "herramientas momentáneas" brevemente para alguna tarea específica, y posteriormente haber sido descartadas. A menos que esto produjese un daño o desgaste del filo, las herramientas momentáneas no se pueden distinguir de los desperdicios de la manufactura.

Lascas retocadas

Muchas herramientas son tan sólo lascas grandes que eran retocadas eliminando una serie de pequeñas lascas a lo largo del filo, creando por consiguiente un implemento útil para cortar o raspar. Aunque son sencillas, algunas de estas herramientas eran elaboradas cuidadosamente, con filos bien acabados (fig. 4a–b).

Copyrighted material

Figura 4. Bahía de los Ángeles y Bahía Las Ánimas. Lascas y herramientas de concha de varios sitios. (a, b) lascas retocadas, (c, d) herramientas de núcleos, y (e, f) herramienta de laminillas de concha *Dosinia ponderosa*, vistas ventral y dorsal



Copyrighted material

Tabla 1. Fechas de carbono radiactivo de Bahía de los Ángeles y Bahía Las Ánimas

Muestra	Material	Edad de carbono radiactivo	Rango de calibración (1 sigma)	Referencias
LJ-237	Concha	300 ± 150 AP	Moderna	Hubbs *et al.* (1962), Moriarty (1968), www.bajacalifology.org
UCR-2845	Carbón vegetal	450 ± 40 AP	1422–1463 DC	Ritter (1997), www.bajacalifology.org
CAMS-29413	Colágeno humano	490 ± 70 AP	1321–1470[1] DC	King (1997), www.bajacalifology.org
LJ-603	Concha[2]	530 ± 130 AP	Moderna	Hubbs *et al.* (1965), Moriarty (1968)
CAMS-29412	Colágeno humano	970 ± 50 AP	1019–1153[1] DC	King (1997), www.bajacalifology.org
LJ-29	Carbón vegetal	2500 ± 300 AP	975–205 AC	Hubbs *et al.* (1960), Moriarty (1968), www.bajacalifology.org
LJ-26	Concha	6100 ± 200 AP AC	4543–3973	Hubbs *et al.* (1960), Moriarty (1968), www.bajacalifology.org

[1] Rango de calibración altamente incierto debido al desconocido consumo de carbono marino en la dieta.
[2] Muestra cuyo origen cultural es incierto.

Herramientas de núcleos y lascas

Algunas herramientas eran elaboradas a partir de núcleos o grandes lascas. Muchas eran planas en una cara y convexas o abovedadas en la cara opuesta (fig. 4c, d). Al parecer, la forma en sí no era importante; la intención era producir filos útiles para trabajar en tareas específicas, tales como tronchar, cortar, raspar, cepillar y escoplear.

Entre las pocas herramientas de piedra elaboradas de acuerdo con una forma estandarizada están las bifaces. Estos artefactos relativamente raros son núcleos o grandes lascas que eran elaborados cuidadosamente en ambas caras para producir un perfil oval con una arista afilada en su alrededor. No existe la certeza acerca de si se trata de implementos no terminados ("prefor-

Copyrighted material

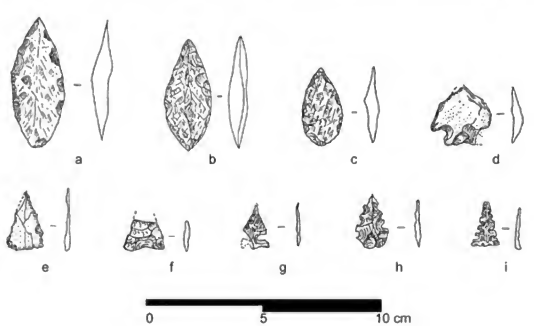
maciones") que representan una etapa en la manufactura de herramientas más elaboradas tales como puntas de proyectil, o se trata realmente de implementos terminados, tal vez cuchillos.

Las puntas de proyectil también eran elaboradas en formas predeterminadas. Aunque no son comunes, se conocen varios tipos de éstas (fig. 5). Las más antiguas, relativamente grandes y de forma lanceolada, con dos puntas, espigadas, y con las esquinas mellada, probablemente fueron usadas para sacar punta a las flechas de los *atlatl* (lanzadores de flechas). Las pequeñas puntas triangulares, frecuentemente melladas o aserradas lateralmente eran usadas para sacar punta a las flechas. Éstas son mucho más comunes y sobrevivieron hasta tiempos históricos.

Herramientas de laminillas de concha

A partir de las grandes conchas de almeja venus *Dosinia ponderosa* se elaboraba un tipo distintivo de herramienta (fig. 4e–f). Laminando su borde, se creaba una arista cortante como sierra mellada (Tyree 1998). El uso de este

Figura 5. Bahía de los Ángeles. Puntas para proyectil de varios sitios. (a–d) Tempranas, de forma lanceolada, doble punta, y esquina con puntos mellados; y (e–i) tardías (series Comundú), triangulares, de lado mellado y de puntos aserrados



Copyrighted material

material puede haber sido incentivado por la escasez local de roca criptocristalina de alta calidad para elaborar herramientas.

Piedras para moler

Muchos sitios incluyen rocas de playa desgastadas por el agua que se empleaban como implementos para moler alimentos (metates y manos). Algunos metates tienen cavidades hasta de 4 cm de profundidad, los que es una evidencia clara aunque indirecta de la importancia de los alimentos vegetales en la dieta. En todo el período prehistórico, en la mayor parte de Baja California se usaron metates y manos similares que fueron los implementos estándares de los cochimíes para moler semillas en tiempos históricos (del Barco *c* 1770).

Cerámica

Aunque no hay registro histórico de la alfarería indígena cochimí, en varios sitios de pueden encontrar fragmentos de utensilios de piedra arenisca rojiza sin decorar. Excepto por algunas posibles piezas usadas para el comercio, muchas tienen núcleos oscuros y superficies carcomidas que son indicios de materia vegetal agregada a la arcilla característicos de la cerámica de influencia Europea. Estos fragmentos son casi con certeza de antigüedad histórica y probablemente fueron elaborados ya sea por europeos o por indígenas bajo la guía de los misioneros. En un sitio se han encontrado fragmentos de que se asemejan a la alfarería seri histórica (*Comcáac*) de Sonora, lo que sugiere contactos a través del Golfo de California (Foster 1984). Sin embargo, mientras que la existencia del contacto seri-cochimí existió casi con certeza, aún es incierta la identificación de estos fragmentos particulares como vestigios seris (Bowen 1976, 2005).

Identidad cronológica y cultural

La cronología de la costa peninsular es poco precisa. Muchos artefactos y estructuras no tienen diagnóstico y son conocidos por su gran antigüedad a lo largo del oeste de Norteamérica. Dado que la región estaba ocupada por los

Copyrighted material

cochimíes cuando llegaron los españoles, estos indígenas deben ser responsables de algunos de los vestigios. Arqueológicamente, el período de contacto cochimí y sus predecesores inmediatos son conocidos como la Cultura Comundú (Massey 1966) que se desarrolló en algún momento entre 500 y 1000 AC, y permaneció hasta la extinción de los cochimíes. Cinco muestras con carbono radiactivo, de diferentes localidades entre BLA y Bahía Las Ánimas, han mostrado edades que caen dentro de este período (tabla 1). Dos muestras del conchero del Aguaje de San Juan (LJ-29 y LJ-26, tabla 1) han resultado con edades de carbono radiactivo anteriores, lo que sugiere que los indígenas empezaron a usar este manantial de agua dulce cuando menos hace 6000 años. Otro fechado con carbono radiactivo del Aguaje de San Juan de 6040 ± 100 AP, obtenido por Bendímez-Patterson *et al.* (1993) aporta evidencia adicional de la utilización temprana de ese sitio.

Cualquiera que sea el tiempo de la llegada de los primeros pobladores, la mayoría de los sitios costeros parecen ser producto de la Cultura Comundú y, por tanto, tardía (Davis 1968, Ritter *et al* . 1994, Ritter 1998). Esto genera una interesante interrogante acerca de la congruencia entre los datos arqueológicos y los etnohistóricos. Aunque los enormes depósitos de conchas sugieren una intensa explotación de crustáceos y recursos marinos en los últimos tiempos prehistóricos, las narraciones jesuitas del siglo XVIII están equivocadas respecto a la importancia de estos recursos en la dieta cochimí (Aschmann 1959). Ésta es una discrepancia que obliga a profundizar en la investigación.

Arqueología de la Isla Ángel de la Guarda

En 1765 los indígenas cochimíes dijeron al misionero Jesuita Wenceslaus Linck que veían fuegos en la Isla Ángel de la Guarda (IAG), lo que inspiró a Linck a realizar una expedición para investigar si ahí vivían indígenas. Después de explorar "una porción considerable" de la isla y no encontrar indígenas, huellas de éstos ni agua dulce, el buen padre concluyó que la isla estaba deshabitada (Burrus 1967).

El juicio de Linck ha prevalecido por cerca de dos siglos y medio. A pesar de los rumores ocasionales de vestigios de agua y arqueológicos (Bowen 2000), en la comunidad científica prevalece el punto de vista de que en la

Copyrighted material

IAG probablemente nunca ha habido agua superficial ni ha sido habitada (e.g. Moran 1983). Ahora sabemos que esto no es cierto. Aún queda por definir si la isla tuvo agua o residentes de manera "permanente", pero no hay duda de que en ella han existido fuentes de agua durante periodos largos y de que los indígenas en el pasado hicieron un amplio uso de ella.

Recursos naturales

Con 199 especies de plantas registradas (Rebman *et al.* 2002), una abundante herpetofauna (Grismer 2002) y recursos del mar, especialmente tortugas y lobos marinos, disponibles como alimento, pocas cosas aparte de la disponibilidad de agua permanente hubieran limitado la ocupación histórica de la isla por los seres humanos. Todas las fuentes de agua que actualmente allí se conocen son tinajas, algunas de ellas previamente reportadas (Arnold 1957, Abbey 1991, Peacock y Moore 1991, C Sylver y L Fuerte com. pers). Durante un vuelo sobre la isla en 2006 después de intensas lluvias, uno de nosotros (Bowen) contó alrededor de 60 tinajas llenas de agua. Un grupo de 17 tinajas registrado en el lugar tres meses después contenía cerca de 16,000 litros de agua, de una capacidad total combinada de aproximadamente 50,000 litros. Además, el agua disponible hoy en día es un reflejo las áridas condiciones climáticas actuales; en el pasado pudo haber existido una significativamente mayor disponibilidad de agua durante períodos más fríos y húmedos.

Historia de la investigación

La Isla Ángel de la Guarda es un gran isla de la que sólo una pequeñísima fracción ha sido explorada arqueológicamente. El trabajo sistemático de campo hasta 2007 consiste en 50 días de un levantamiento exploratorio de Bowen. Sin embargo este limitado estudio de campo, sumado a observaciones casuales por personas que no son arqueólogas, muestra que sus antiguos pobladores conocían bien la isla. Se han sido registrado u observado sitios cerca de Puerto Refugio (Bahre y Bourillón 2002, Bowen notas de campo), en el interior al norte (Arnold 1957, mapa), en Cerro Ángel (G y T Gillenwater, C Sylber com pers), alrededor de la Ensenada Los Machos y en la sección media de la isla (Bowen notas de campo), al oeste de Punta Rocosa (Punta Diablo)

Copyrighted material

(Abbey 1991, Peacock y Moore 1991, Bowen notas de campo), probablemente en cuevas marinas elevadas al sur de Punta Rocosa (Ives 1963), alrededor de Punta La Víbora (Bahre y Bourillón 2002, Bowen notas de campo), alrededor de la Ensenada El Paladar (Bowen notas de campo), y en Punta Colorada (Punta Suspiro) (Bowen notas de campo).

Sitios

Los aproximadamente cien sitios registrados en detalle, caen dentro de las mismas categorías reconocidas en la costa peninsular:

Sitios costeros de conchas

Dos sitios importantes están sobre dunas de la línea de la costa, y uno de ellos se extiende por casi 1 km a lo largo de la playa. En contraste con la península adyacente, ningún sitio tiene más de unas cuantas conchas esparcidas, pero ambos contienen un número sorprendente de artefactos. La mayoría son laminillas líticas de desperdicio pero también hay herramientas de piedra, artefactos de laminillas de concha *Dosinia*, y piedras de metate bastante usadas. Las conchas, aunque esparcidas, incluyen muchas especies, predominando en un sitio las conchas de almeja *Chione*. Ambos sitios contienen un número substancial de huesos, algunos quemados, de pescados, tortugas marinas, y especialmente de lobos marinos, lo que indica que la subsistencia se basaba más en la pesca y en la caza marítima que en la captura de crustáceos.

Corrales de rocas apiladas

Estas obras, que se encuentran a lo largo de toda la isla, varían de descampados limitados por rocas hasta corrales parciales o completos de rocas apiladas con hasta cuatro rocas de alto (fig. 6). Sus diámetros interiores son típicamente entre 1 m y 2.5 m, y la altura de los muros ocasionalmente llega a 70 cm. Tales estructuras se encuentran aisladas o agrupadas y algunas contienen lascas de piedra, conchas, y ocasionalmente herramientas. Algunas de ellas coinciden con las "casas" cochimíes del siglo XVIII descritas por del Barco (c 1770), quien observó que éstas eran tan pequeñas que los indígenas

Copyrighted material

Figura 6. Isla Ángel de la Guarda. Corral de rocas apiladas en una colina cerca de Punta La Víbora, con rocas apiladas hasta una altura de tres. El interior que fue despejado de rocas, es 2.3 m. por 1.6 m. La foto mira al norte-noroeste

Copyrighted material

no podían pararse dentro de ellas. Las que se encuentran en colinas altas o en lomas pueden haber tenido otros usos.

Círculos de piedra

Algunos sitios tienen estructuras hechas acomodando rocas individuales en un patrón circular rudimentario de 1–2 m de diámetro, y con frecuencia abiertas por un lado (fig. 7). No parecen ser albergues, y no se ha encontrado ninguna con artefactos asociados. Se desconoce su función.

Sitios de manufactura

Se han encontrado sitios especializados en la elaboración de herramientas de piedra ampliamente distribuidos. Muchos son canteras en donde aflora roca apropiada para la manufactura de herramientas. Los materiales preferidos fueron la riolita café o rosa, la andesita gris oscuro o basalto, el cuarzo cristalino y la cuarcita. La obsidiana es rara, y no se han encontrados afloramientos de ésta con la calidad necesaria para las herramientas. Algunas veces se pueden encontrar unos cuantos miles de lascas de desperdicio.

Figura 7. Isla Ángel de la Guarda. Círculo de piedra, abierto hacia el noroeste, cerca de Ensenada Los Machos. Es un óvalo de 1.05m por .95m. La foto mira al este

Copyrighted material

Sitios de mojoneras

Las mojoneras de rocas apiladas son las estructuras más conspicuas y numerosas de la isla. Van desde una simple roca colocada sobre una gran roca hasta pilas de rocas de 2 m de diámetro y 1 m de altura. Algunas están compuestas de más de 40 rocas grandes. La mayoría están en grupos y algunos sitios están ordenados en líneas largas que pueden incluir varios cientos de estructuras. Están generalmente situados en mesetas altas y colinas, y fueron colocados cuidadosamente para aparecer sobre el horizonte a quien los mire desde el valle inferior (fig. 8). Están por toda la isla, pero son especialmente numerosos cerca de Punta La Víbora donde se han contado más de 2500. Ninguna está asociada con artefactos. Se desconoce su función, pero podría estar relacionada con alguna práctica religiosa cochimí del siglo XVIII en la cual los chamanes requerían a los penitentes erigir "a ciertas distancias algunos montones de piedras" en las montañas (Clavigero 1767). Algunas parecen haber sido desmanteladas intencionalmente.

Artefactos

Los artefactos en IAG son generalmente similares a los de los sitios peninsulares:

Lascas y núcleos de piedra

La gran mayoría de artefactos son desperdicios de manufactura, aunque algunas lascas y núcleos pudieron haber servido como "herramientas momentáneas".

Lascas retocadas

La mayoría de las herramientas de piedra, son lascas simples que eran retocadas a lo largo de una arista para elaborar un implemento burdo cortante o raspador.

Copyrighted material

Figura 8. Isla Ángel de la Guarda. Dos de alrededor de 250 mojoneras en un pico al oeste de Punta La Víbora. La mojonera a la izquierda tiene un diámetro en la base de aproximadamente 1.2 m. y una altura aproximada de 50 cm., con altura de cuatro rocas apiladas. La foto mira al este

Copyrighted material

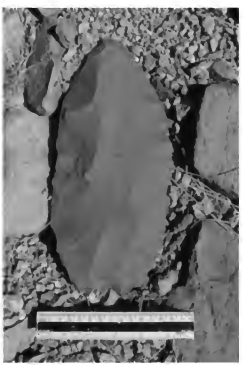
Herramientas de núcleos y lascas

Las herramientas elaboradas de núcleos o grandes lascas en IAG, como las de la península adyacente eran diseñadas para tareas específicas tales como tronchado, cortado, raspado, cepillado y escopleado (fig. 9). La intención era producir una arista de trabajo útil, y se prestaba poca atención a su forma general. Como las herramientas peninsulares, muchas son planas en una cara y convexas o combadas en la otra. Las bifaces son de las pocas herramientas de piedra elaboradas conforme a una forma estandarizada y son relativamente comunes en IAG. La mayoría miden entre aproximadamente 6 y 13 cm de largo, pero se ha encontrado una notable biface de 25.8 cm de largo (fig. 10).

Se han encontrado tres especimenes pequeños de forma lanceolada, probables puntas de proyectil cuya forma es común en la península (ver fig. 5c).

Figura 9. Isla Ángel de la Guarda. Herramienta escopleadora ("denticulada") de riolita local, Área de Ensenada Los Machos. Es de 5.2.cm. de largo, 4.5 cm. de ancho y 1.5 cm. de espesor. Al "diente", situado en la esquina inferior derecha se le dio la apariencia de un cincel plano golpeando una laminilla pequeña en la parte de abajo

Figura 10. Isla Ángel de la Guarda. Biface gigante de riolita local, in situ, en el área de Ensenada Los Machos. Longitud de 25.8 cm., ancho 11.4 cm. y espesor de 3.7cm



Herramientas de laminillas de concha

Las grandes conchas de *Dosinia* eran laminadas para elaborar herramientas con aristas rasgadas usadas presumiblemente para cortar. Muchas se observan desafiladas por el uso.

Piedras para moler

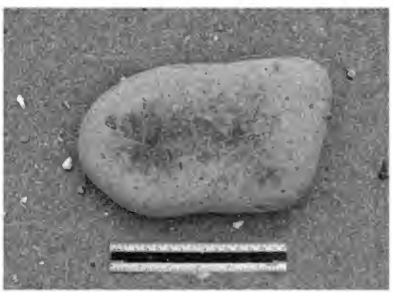
Se han encontrado rocas de playa desgastadas por el agua que eran usadas comúnmente como metates y manos (fig. 11). Muchas de ellas se observan sumamente desgastadas, mostrando lo mucho que se dependía de los alimentos vegetales.

Cronología e identidad cultural

Aunque el registro arqueológico de IAG es en gran medida similar al de la costa peninsular adyacente, su panorama general es una versión más pobre. La ausencia de densos conchales se debe probablemente a la topografía costera de la

Copyrighted material

Figura 11. Isla Ángel de la Guarda. Metate de piedra de playa disforme de un sitio de duna cerca de Puerto Refugio. Es de 21.3 cm. de longitud, ancho 12.3, y 3.7.cm. de espesor. La superficie de molido mostrada aquí, estaba boca abajo, lo cual preservó el residuo orgánico oscuro visible en la foto



isla que se sumerge abruptamente en el mar proporcionando poco hábitat para la mayoría de las especies litorales más apreciadas. Es probable que la ausencia aparente de algunos elementos tales como tumbas y pinturas rupestres podría deberse más bien al insuficiente trabajo de campo. La cerámica probablemente esté ausente debido a que la influencia de los misioneros no se extendió hasta la isla. La escasez de puntas de proyectil podría reflejar la ausencia de animales terrestres de caza, aunque los proyectiles de punta de piedra podrían haber sido usados para cazar lobos marinos y como armas de guerra. La gran abundancia de mojoneras en la isla es un claro enigma para el que se requiere una explicación.

Las amplias similitudes entre la arqueología de la costa peninsular y la de IAG sugieren que ambas fueron predominantemente el producto del período histórico local de los cochimíes y sus predecesores prehistóricos. Aunque el Padre Linck no encontró indígenas en la isla en 1765, él hace referencia a las visitas ocasionales de cochimíes en ese tiempo (Burrus 1967).

Aunque generalmente son consistentes con la arqueológicamente definida Cultura Comondú, ninguno de los vestigios de la isla ha sido directamente fechado, y la mayoría de las estructuras y artefactos son formas simples y muy dispersas que podrían tener cualquier antigüedad. Dado que las puntas

Copyrighted material

de proyectil Paleoindígenas se han encontrado aproximadamente a 170 km al sur de BLA, es claro que el hombre ha estado presente en Baja California durante al menos 13,000 años (Hyland y Gutiérrez 1996, Hyland 1997, Laylander 2006). Algunos viajeros indígenas equipados con la ubicua balsa de carrizo que pareciera ser un forma antigua de embarcación (Heizer y Massey 1953), probablemente pudieron haber iniciado el aprovechamiento de IAG en cualquier momento de este largo período (Bowen 2004).

Este potencialmente prolongado periodo tiene implicaciones significativas en la interpretación de la ecología moderna de la isla. Los indígenas obviamente usaron los recursos vegetales y animales de la isla como alimento y materiales, y su impacto en la biota de la isla durante siglos o milenios pudo haber sido considerable (Nabhan 2000, 2002). Los sitios arqueológicos frecuentemente conservan información detallada acerca de los organismos explotados por los antiguos pobladores, y esto puede incluir registros de especies introducidas y extintas (Bowen 2004). En este contexto es valioso hacer notar que los ampliamente diseminados indígenas seris de Sonora llamaron a la isla *Xazl Limt* "Donde Viven los Pumas" (S Marlett com. pers.). En los inicios del siglo pasado se creía que la isla había albergado coyotes y venados, así como pumas (Sheldon 1979, ver también Murray 1967, Lewis y Ebeling 1971). Sea esto ecológicamente plausible, aun suponiendo mayores precipitaciones en el pasado, o sólo producto de la imaginación seri, desenmarañar la historia humana en la isla a través de la investigación arqueológica podría beneficiar a los biólogos al revelar los cambios ecológicos de largo plazo que pudieran haber en ella ocurrido.

Amenazas y conservación

La conservación de los recursos arqueológicos en la Reserva de la Biosfera de BLA y Canales de Ballenas y Salsipuedes debe guiarse por tres principios:

1. Todas las reliquias, estén en terreno privado o público, pertenecen al gobierno federal Mexicano. Es ilegal cambiarlos de lugar, alterarlos o destruirlos sin un permiso, inclusive darlos a un museo.
2. El valor científico de los vestigios arqueológicos no sólo reside en los objetos mismos, sino en su ubicación precisa en el sitio. Alterar su posición destruye mucho de su valor de información.

Copyrighted material

3. Los sitios arqueológicos son una fuente indispensable de información acerca de las actividades del ser humano prehistórico; son además un recurso no renovable —una vez que un sitio es alterado o destruido, la información que contenía se pierde para siempre.

Bowen (2004) ha enumerado otras importantes amenazas a los sitios arqueológicos en las islas del GC, y Bendímez-Patterson (2006) ha observado amenazas a los recursos arqueológicos en Baja California en general. Por mucho las amenazas más serias a los sitios dentro de la Reserva de la Biosfera en BLA provienen de los proyectos de desarrollo, el turismo y los coleccionistas ilegales de artefactos (saqueadores). Cualquier construcción que altere la superficie del terreno puede alterar o destruir estos sitios. Asimismo, los visitantes que acampan y los usuarios de vehículos todo terreno amenazan cualquier sitio a su paso. Los coleccionistas de artefactos, quienes se llevan los vestigios culturales como pasatiempo, con frecuencia despojan los sitios totalmente. Lamentablemente también los científicos algunas veces retiran artefactos pensando erróneamente que sus acciones son aceptables si los donan a un museo.

Los proyectos de desarrollo y el turismo han dañado o destruido ya un buen número de sitios, y los saqueadores han estado activos por más de un siglo (Massey y Osborne 1961, Ritter *et al.* 1994). Actualmente la mayor amenaza la constituye el proyecto de la Escalera Náutica del Mar de Cortés. No sólo la construcción de la marina propuesta e infraestructura asociada podrían fácilmente destruir más sitios alrededor de BLA, sino la afluencia anticipada de turistas náuticos, quienes han de los peores saqueadores, probablemente multiplicaría la destrucción de los sitios también en las islas.

No obstante que se han propuesto algunas medidas de conservación (Bowen 2004), pocas de ellas se han realmente implementado (Bendímez-Patterson, 2006), por lo que la mayoría de los sitios dentro de la Reserva de la Biosfera permanecen desprotegidos. La conservación de los recursos arqueológicos es un tema que requiere la participación conjunta de muchas fuentes, y una forma efectiva de empezar sería convocar a una discusión en mesas de trabajo. La recomendación es que en ellas participen preferente arqueólogos y biólogos activos en la región, instituciones gubernamentales como el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Área de Protección de la Flora y Fauna (APFF) Islas del Golfo de California, ONGs de conservación como

Copyrighted material

Pronatura, organizaciones locales de BLA tales como el Museo de Naturaleza y Cultura, el Ejido Tierra y Libertad y todas las partes interesadas.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Nacional de Antropología e Historia y a la oficina del APFF Islas del Golfo de California en Baja California por permitir y autorizar la realización del trabajo de campo, así como estamos profundamente agradecidos con el gran número de personas que nos asistieron a lo largo de esta investigación. Especialmente agradecemos a D Laylander por su meticulosa y constructiva crítica a nuestro manuscrito.

Resumen

Los estudios arqueológicos y unas cuantas excavaciones en Bahía de los Ángeles, Bahía Las Ánimas, e Isla Ángel de la Guarda indican que la región que ahora ocupa la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes pudo haber estado habitada por indígenas durante 6000 años o más. Los sitios arqueológicos en la costa peninsular incluyen concheros (acumulaciones de conchas y huesos), descampados y corrales de piedra, talleres líticos, sepulcros, veredas y pinturas rupestres. Entre los artefactos se cuentan puntas de proyectil, herramientas sencillas de corte y escopleado, herramientas de laminillas de concha, metates y cerámica del período colonial español. Las puntas de proyectil y los metates aportan evidencias de la caza de animales terrestres y la recolección de vegetales como alimento. Los concheros son testigos de la intensa explotación de recursos marinos y costeros, especialmente de moluscos y crustáceos, mamíferos marinos, tortugas marinas, peces y cangrejos. Aunque la cronología local es esquemática, la subsistencia basada en alimentos de origen marino parece haberse incrementado al final del periodo prehistórico. Estos últimos pueblos se conocen arqueológicamente como Cultura Comondú e históricamente como indígenas cochimíes. Aunque la Isla Ángel de la Guarda es arqueológicamente menos conocida, también fue ampliamente aprovechada por los pueblos indígenas; la mayoría de sus sitios y artefactos son similares a los de la vecina costa peninsular, lo que sugiere que durante siglos o milenios los pueblos que habitaban la península realizaban

Copyrighted material

viajes frecuentes a la isla. Tanto los sitios arqueológicos que se encuentran en la península como los de la isla se encuentran cada vez más amenazados por el desarrollo, las actividades turísticas y el saqueo, sin embargo todavía no se ha desarrollado ni se ha implementado una estrategia amplia de conservación integral tendiente a revertir tales amenazas en la zona.

Abstract

Archaeological surveys and limited excavations within Bahía de los Ángeles, Bahía Las Ánimas, and Isla Ángel de la Guarda indicate that indigenous peoples may have occupied the region subsumed by the Bahía de los Ángeles Biosphere Reserve for 6000 years or more. Sites on the peninsular coast include shell mounds, camp clearings and piled rock enclosures, stone tool manufacturing sites, burial sites, trails, and rock art sites. Artifacts include projectile points, simple cutting and scraping tools, flaked shell tools, milling stones, and Spanish-period ceramics. Projectile points and milling stones provide evidence of hunting and gathering of terrestrial mammals and plant foods. Shell mounds attest to heavy exploitation of littoral and marine resources, especially shellfish, sea mammals, sea turtles, fish and crabs. Although local chronology is sketchy, reliance on sea foods appears to have increased during late prehistoric times. These late peoples are known archaeologically as the Comondú Culture and historically as the Cochimí Indians. Although Isla Ángel de la Guarda is less well known archaeologically, it too was extensively utilized by indigenous peoples. Most sites and artifacts are similar to those of the adjoining peninsula, suggesting that the people who occupied the peninsula made frequent voyages to the island over centuries or millennia. Archaeological sites on both the peninsula and island are increasingly threatened by development, recreationists, and looting, but no comprehensive conservation strategy has yet been developed or implemented.

Referencias

Abbey E. 1991. *Abbey's Road*. Plume, New York, 198 pp.

Arnold BA. 1957. Late Pleistocene and Recent changes in landforms, climate, and archaeology in central Baja California. *Univ. Calif. Publ. Geogr.* 10(4): 201–317.

Copyrighted material

Aschmann H. 1959. *The Central Desert of Baja California: demography and ecology.* Ibero-Americana 42. University of California Press, Berkeley, 315 pp.

Bahre C, Bourillón L. 2002. Human impact in the Midriff islands. In: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés.* Oxford University Press, New York. Pp. 383–406.

Bendímez-Patterson, J. 2006. Managing prehistoric archaeology. In: D Laylander, JD Moore (eds.), *The Prehistory of Baja California.* University Press of Florida, Gainesville. Pp. 196–201.

Bendímez-Patterson J, Téllez-Duarte MA, Serrano J. 1993. Excavaciones arqueológicas en el poblado de Bahía de los Ángeles. *Estudios Fronterizos* 31–32: 175–216.

Bowen T. 1976. Seri prehistory: the archaeology of the Central Coast of Sonora, Mexico. Anthropol. *Pap. Univ. Arizona* 27, 120 pp.

Bowen T. 2000. *Unknown Island: Seri Indians, Europeans, and San Esteban Island in the Gulf of California.* University of New Mexico Press, Albuquerque, 548 pp.

Bowen T. 2004. Archaeology, biology and conservation on islands in the Gulf of California. *Environ. Conserv.* 31(3): 199–206.

Bowen T. 2005. A historic Seri site on Isla San Lorenzo. *Kiva* 70(4): 399–412.

Burrus EJ. 1967. *Wenceslaus Linck's Reports and Letters, 1762–1778.* EJ Burrus SJ (translator, editor and annotator). Baja California Travel Series 9. Dawson's Book Shop, Los Angeles, 94 pp.

Clavigero FJ. 1767 [1937]. *The History of [Lower] California.* SE Lake (translator), AA Gray (ed.). Stanford University Press, Stanford, California, 413 pp.

Davis EL. 1968. An archaeological reconnaissance in the Central Desert of Baja California. *Univ. Cal. Los Angeles Archaeol. Surv. Rep.* 10: 176–208.

del Barco M. *c* 1770 [1981]. *Ethnology and Linguistics of Baja California.* F Tiscareño (translator). Baja California Travel Series 44. Dawson's Book Shop, Los Angeles, 112 pp.

Foster JW. 1984. A late period Seri site from Bahia de los Angeles, *Baja California. Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 20(1): 61–68.

Grismer LL. 2002. *Amphibians and Reptiles of Baja California.* University of California Press, Berkeley, 399 pp.

Heizer RF, Massey WC. 1953. Aboriginal navigation off the coasts of Upper and Lower California. *Bur. Am. Ethnol. Bull. 151, Anthropol. Pap.* 39: 285–312.

Hubbs CL, Bien GS, Suess HE. 1960. La Jolla natural radiocarbon measurements I. *Am. J. Sci. Radiocarbon Suppl.* 2: 197–223.

Copyrighted material

Hubbs CL, Bien GS, Suess HE. 1962. La Jolla natural radiocarbon measurements II. *Radiocarbon* 4: 204–238.

Hubbs CL, Bien GS, Suess HE. 1965. La Jolla natural radiocarbon measurements IV. *Radiocarbon* 7: 66–117.

Hyland JR. 1997. Image, Land, and Lineage: Hunter-Gatherer Archaeology in Central Baja California, Mexico. Ph.D. dissertation. University of California, Berkeley, 550 pp.

Hyland JR, Gutiérrez M. 1996. An obsidian fluted point from central Baja California. J. Calif. *Great Basin Anthropol.* 17(1): 126–128.

Ives RL. 1963. The problem of the Sonoran littoral cultures. *The Kiva* 28(3): 28–31.

King JH. 1997. Report of radiocarbon and stable isotope measurements on human bones from Bahía de las Ánimas, Baja California. In: EW Ritter (ed.), Informe: Investigaciónes de Ecología Social y Cambios entre Culturas Prehistóricas en la Región de Bahía de los Ángeles, Baja California (1995). Report on file with the Instituto Nacional de Antropología e Historia, México. Pp. 168–178.

Laylander D. 2006. Issues in Baja California prehistory. in: D Laylander, JD Moore (eds.), *The Prehistory of Baja California*. University Press of Florida, Gainesville. Pp. 1–13.

Lewis LR, Ebeling PE. 1971. *Baja Sea Guide* Vol. II. Miller Freeman, San Francisco, California, 368 pp.

Massey WC. 1966. Archaeology and ethnohistory of Lower California. In: GF Ekholm, GR Willey (eds.), *Archaeological Frontiers and External Connections*. Handbook of Middle American Indians 4. University of Texas Press, Austin. Pp. 38–58 367.

Massey WC, Osborne CM. 1961. A burial cave in Baja California: the Palmer collection, 1887. *Anthropol. Rec.* 16(8): 339–364.

Moran R. 1983. The vascular flora of Isla Ángel de la Guarda. In: TJ Case, ML Cody (eds.), *Island Biogeography in the Sea of Cortez*. University of California Press, Berkeley. Pp. 382–403.

Moriarty III JR. 1968. Climatic, ecologic, and temporal inferences from radiocarbon dates on archaeological sites, Baja California, Mexico. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 4(1): 11–38.

Murray S. 1967. *Cruising the Sea of Cortez*. Best-West, Palm Desert, California, 242 pp.

Nabhan GP. 2000. Cultural dispersal of plants and reptiles to the Midriff Islands of the Sea of Cortés: integrating indigenous human dispersal agents into island biogeography. *J. Southwest* 42(3): 545–558.

Nabhan GP. 2002. Cultural dispersal of plants and reptiles. In: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, New York. Pp. 407–416.

Copyrighted material

Noble RA. 1973a. Physical Anthropology of Baja California. Master's thesis, Dept. of Anthropology, San Diego State University, San Diego.

Noble RA. 1973b Human crania collected by Edward Palmer in 1887 from Bahia de los Angeles, Baja California. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 9(1):31–47.

Peacock D, Moore T. 1991. *¡Baja!*. Bullfinch Press, Boston, 183 pp.

Rebman JP, Leon de la Luz J, Moran RV. 2002. Vascular plants of the Gulf Islands. In: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, New York. Pp. 465–511.

Ritter EW. 1994. Informe: Investigaciónes de Ecología Social y Cambios entre Culturas Prehistóricas en la Región de Bahía de los Ángeles, Baja California (1993). Report on file with the Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Ritter EW. 1995. Informe: Investigaciónes de Ecología Social y Cambios entre Culturas Prehistóricas en la Región de Bahía de los Ángeles, Baja California (1994). Report on file with the Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Ritter EW. 1997. Informe: Investigaciónes de Ecología Social y Cambios entre Culturas Prehistóricas en la Región de Bahía de los Ángeles, Baja California (1995). Report on file with the Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.

Ritter EW. 1998. Investigations of prehistoric behavioral ecology and culture change within the Bahía de los Ángeles region, Baja California. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 34(3): 9–43.

Ritter EW. 2006. Bahía de los Ángeles. In: D Laylander, JD Moore (eds.), *The Prehistory of Baja California*. University Press of Florida, Gainesville. Pp. 167–178.

Ritter EW, Foster JW, Orlins RI, Payen LA, Bouey PD. 1994. Archaeological insights within a marine cornucopia: Baja California's Bahía de las Ánimas. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 30(1): 1–23.

Ritter EW, Foster JW, Orlins RI, Payen LA, Bouey PD. 1995. Informative archaeological signatures at Bahía de las Ánimas, Baja California. *Estudios Fronterizos* 35–36: 151–186.

Sheldon C. 1979. *The Wilderness of Desert Bighorn & Seri Indians*. Arizona Desert Bighorn Sheep Society, Phoenix, Arizona, 177 pp.

Tyree KD. 1998. Prehistoric significance of non-ornamental modified shell implements from Baja California, Mexico. *Pac. Coast Archaeol. Soc. Q.* 34(3): 45–63.

Tyson RA. 1975. A report on the skeletal material from the Central Desert area of Baja California. *Actas del XLI Congreso Internacional de Americanistas* 1: 103–115.

Venegas M. 1966. *A Natural and Civil History of California II*. Readex Microprint (University Microfilms), Ann Arbor, Michigan. Pp. 321–327.

Copyrighted material

6 *Reseña histórica*

Carolina Shepard-Espinoza y
Gustavo D Danemann

Presentación

Este reporte integra relatos obtenidos a través de entrevistas realizadas por el primer autor, a 21 habitantes o investigadores científicos de la región de Bahía de los Ángeles (BLA), entre 1987 y 2004. En todos los casos, la información proveniente de estos relatos se indica en el texto como "comunicaciones personales" (com. pers.). La historia construida a partir de este tipo de relatos puede ser diferente de la que se obtiene a partir de información documental, debido a que la historia oral y la documental generalmente se enfocan en diferentes aspectos de la vida, y a que la memoria humana suele no recordar con exactitud fechas, nombres, cantidades, y datos afines. Pese a que los autores procuramos verificar la información contenida en los relatos, así como contextualizarla y completarla a través de información documental (señalada en el texto con la referencia bibliográfica de la fuente de información empleada en cada caso), es posible que futuras revisiones a este reporte pongan de manifiesto inconsistencias derivadas de las características mencionadas de la historia oral.

Copyrighted material

Reseña histórica

Primeros habitantes y presencia misional

En el actual poblado de BLA, un manchón de mesquites verdes señala la falla geológica que da lugar al único manantial o *aguaje* costero de la región. Los primeros habitantes de BLA llegaron a este manantial hace 6,000 a 9,000 años (el sitio arqueológico más antiguo fechado en BLA data de 6,100 años (Moriarty 1980, Fullola *et al.* 1993, E Ritter com. pers.), aunque la región se encontraba habitada desde hace al menos 14,600 años (sitio arqueológico en Laguna Chapala; Fullola *et al.* 1993).

Estos indígenas, pre-cochimíes pertenecientes a la cultura Clovis, así como los Cochimíes que los siguieron hace 3000 a 4000 años (Lazcano-Sahagún 2000), fueron nómadas cazadores, pescadores y recolectores, que gracias al clima generalmente cálido se desplazaban en la región con libertad, y sin afectar biológicamente ningún área en particular (Ashmann 1959). Vivían en grupos de hasta 25 personas o *rancherías*, y utilizaban herramientas sencillas consistentes en pequeñas redes, trampas para peces, veneno extraído de peces, y caparazones de tortuga que utilizaban como recipientes. Manufacturaban arpones con punta de piedra, que utilizaban para cazar tortugas marinas, venado bura (*Odocoileus hemionus*) y borrego cimarrón (*Ovis canadensis*), así como flechas de menor tamaño para la caza de conejos, aves y roedores (Johnson-Dickey *c* 1983). También extraían carne y huesos de lobos marinos (*Zalophus californianus*), delfines y ballenas varadas. En los concheros (acumulaciones de conchas y huesos) de la región se han encontrado huesos de rayas, tiburones, botetes (*Sphoeroides, Diodon*), cochitos (*Balistes polilepis*), serránidos, tortugas marinas, ratas, ratones y aves, así como exoesqueleos de jaibas (*Callinectes* spp.), y conchas de gasterópodos y bivalvos (la mayoría almejas del género *Chione*), recursos que integraban la dieta de los primeros habitantes de esta localidad (Aschmann 1959).

El explorador español Francisco de Ulloa fue el primer europeo en llegar a BLA, en septiembre de 1539. Ulloa bautizó la bahía como "Puerto de Lobos", según consta en el mapa elaborado por Domingo del Castillo en 1541 (Lazcano 2003). Fue 207 años más tarde, durante su expedición al Golfo de

Copyrighted material

California, que el Padre Fernando Consag bautizó a la Bahía de los Ángeles, la Isla Ángel de la Guarda, y el Canal de Ballenas (Lazcano y Pericic 2001). Consag arribó a BLA el 20 de junio de 1746, realizando una primera descripción de la ranchería y del aguaje ubicado al pie de la sierra.

La presencia europea en la Península de Baja California se hizo permanente tras el establecimiento de las misiones Jesuitas, la primera de ellas localizada cerca de Loreto, Baja California Sur, en 1697. En 1758 el Padre Jorge Retz, misionero de Santa Gertrudis, localizó el manantial de Adac, 30 km al suoeste de BLA, donde en 1762 el Padre Wenceslao Linck fundó la misión de San Francisco de Borja Adac (Lazcano y Pericic 2001). La misión de San Borja influenció a más de 2000 Cochimíes.

Dado que la comunicación por tierra entre las misiones era muy difícil, BLA fue un puerto estratégico para el aprovisionamiento de la misión de San Borja. Materiales y alimentos eran enviados desde otras misiones utilizando embarcaciones pequeñas, y transportados posteriormente a lomo de burro desde BLA hasta San Borja. La misión también recibía pescado, que los indígenas Cochimíes "pescaban con poco esfuerzo", para intercambiar por "carne seca salada y algunas ropas" (del Barco *c* 1770).

Velador Fidel Villavicencio en la entrada de la Misión de San Borja (1937; foto. A Bridges)

Doña Mónica Romero vivía en San Borja en 1915 (1989; foto: C Espinoza)

Copyrighted material

Los indígenas llevados o atraídos a la vida misional convivieron con jesuitas y soldados, facilitando la diseminación de enfermedades europeas como la sífilis, la viruela y la fiebre tifoidea. Inclusive los indígenas que no convivían con los misioneros estaban expuestos al contagio, debido al uso compartido y forzoso del manantial. Al mismo tiempo, el establecimiento de los nativos en los campos misionales causó la pérdida gradual pero irreversible de su adaptación al ambiente del desierto, haciéndolos dependientes de sistemas de producción de alimentos exóticos y poco confiables (Del Río 1998, Cariño-Olvera 2000). En estas condiciones, la población nativa se redujo rápidamente a un número inviable, y cuando la misión cerró en 1818 muy pocos indígenas habían sobrevivido, y el puerto de BLA cayó en desuso.

Explotación de los recursos naturales: minería

Con la "fiebre del oro" en California, las exploraciones mineras alcanzaron la Península de Baja California. En 1880 se abrió al sur de BLA la mina de oro "Santa Marta", congregando a un grupo de mineros y sus familias alrededor del cerro de Los Angelitos. La producción ameritó que se construyera un molino en el extremo norte de este cerro, donde se trituraba la roca que era transportada en carros que circulaban a lo largo de un tendido de rieles. El mineral triturado era transportado a Guaymas y otros puertos, para su procesamiento. La operación cerró en 1891, cuando el molino fue destruido durante un incendio (M Aguilar-Armenta com. pers.).

Después de la Mina Santa Marta, el centro de la actividad minera en la región se desplazó al sur de BLA, donde la Mina San Juan inició sus actividades en 1889. Esta mina llegó a tener 11 niveles y una profundidad de 335 metros. Dick Dagget (padre) comenzó en esos años a trabajar en la planta de Las Flores, donde se procesaba el mineral de esta mina. Otras minas que operaron en la región en esos años fueron la "Julio Cesar" (en 1904, cerca de Santa Catarina), "King Richard" (1905, cerca de Calamajué), y "León Grande" (1908, cerca de Punta Prieta).

La actividad minera en la región se detuvo entre 1910 y 1911, cuando comenzó en la región el reclutamiento de hombres aptos para combatir en la revolución mexicana. Quienes no aceptaban el reclutamiento eran colgados enfrente de sus familias, y sus casas destruidas. Los mineros que eran preve-

Copyrighted material

nidos de la llegada de los reclutadores huían con sus familias, escondiéndose algunos de ellos en cuevas de los cerros cercanos, dependiendo de la generosidad de los rancheros para sobrevivir (M Aguilar-Armenta com. pers.).

Ruinas de la hacienda de beneficio de la mina "Las Flores", que operó de 1900 a 1910, y fuera la más productiva de Baja California (1965, anónimo)

Ruinas de la mina "El Desengaño", que operara en la década de 1940 al noroeste de BLA (1965; fotografía por Menzamer)

Copyrighted material

En 1935, Abraham Valdez descubrió a 57 km al oeste de BLA la veta de oro bautizada como Mina Desengaño, que se constituyó en el nuevo centro de la actividad minera en la región. Para facilitar el transporte, Dick Dagget (hijo) estableció un molino de mineral en la costa de BLA, y Pablo Patrón construyó una oficina de administración. A partir de ese momento, el mineral transportado en camiones desde la Mina Desengaño hasta la costa de BLA fue reducido y evaluado antes de ser embarcado en el navío "Andarivel" hacia Santa Rosalía. El joven Antero Díaz fue contratado para tomar muestras y evaluar cada embarque (Patrón com. per.).

En 1940 seis familias vivían permanente o temporalmente en BLA: los Dagget (mineros), los Smith (ganaderos), los Recansoni y los Limendú (comerciantes), los Patrón (constructores), y los Fuerte (pescadores). Primitivo Patrón fue alcalde del poblado entre 1939 y 1940.

En la década de 1940 la Mina Escondido, ubicada en el cerro sobre el poblado, pagaba a sus empleados $2–3 diarios, lo que atrajo a más gente hacia la región. Entre los nuevos habitantes se encontraban las familias Verdugo, Cordero y Navarro (S Cordero-Arce com. per.). Las minas "Luz de México", "El Tigre" y "Víbora", iniciaron sus operaciones en esos años. Los batallones 32° y 18° del Ejército Mexicano se establecieron en BLA, y algunos militares llevaron a sus familias. Heriberto "Chino" y Artemisia Limendú, Juan y Augustina Recansoni, y Félix Cuota abrieron pequeñas tiendas, y mercaderes como Jesús Flores (padre) y "Chacho" Redona transportaban mercancías en burro desde San Ignacio (J Flores com. pers.).

Explotación de los recursos naturales: pesca y otros usos de la fauna marina

Pese a que la minería fue la principal actividad económica en BLA hasta mediados del siglo XX, la explotación de recursos marinos fue incrementando su importancia desde finales de la década de 1930. En esos años la totoaba (*Totoaba macdonaldi*), corvina de gran tamaño y endémica del Golfo de California, era abundante en BLA. Las totoabas, generalmente de más de un metro de longitud, se pescaban desde canoas impulsadas con remos o vela, para aprovechar exclusivamente su vejiga natatoria (*buche*) (P Patrón com. pers.). Los buches se extraían, limpiaban de toda grasa, lavaban, salaban, y

Copyrighted material

secaban al sol sobre tablas, quedando secos y completamente planos en tres o cuatro días. El resto del pez era abandonado en la playa, lo que era una práctica común en todo el norte del Golfo de California (Berdegué 1955, Cudney-Bueno y Turk-Boyer 1998). Para atender esta actividad se estableció un campamento en Los Angelitos, y los buches se transportaban ya sea por tierra, en cargamentos de 200 kg que se entregaban en Ensenada, o por mar, en una embarcación que venía desde Bahía Kino, en Sonora, para su exportación a Japón.

La pesca de tiburones también atrajo familias de pescadores a BLA durante la Segunda Guerra Mundial, cuando se incrementó la demanda de aceite de tiburón como fuente de vitamina B. Los pescadores capturaban tiburones de las familias Alopiidae, Carcharhinidae, Cetorhinidae, Lamnidae, Sphyrnidae y Triakidae, desde canoas de 4 a 5 m de eslora, utilizando arpones (*fisgas*) de hasta 3 m de longitud. Los hígados eran extraídos, cortados en trozos, y envasados con sal en botes metálicos cuadrados de 20 L de capacidad, cuya tapa se soldaba para mejorar su preservación. El hígado de un tiburón de tamaño medio era suficiente para casi llenar un bote, que alcanzaba un peso de 12 kg. Cuando inició esta actividad, el precio era de $ 25 por kg, pero alcanzó

Los inicios de la pesca comercial (1965; fotografía por L Carman).

Copyrighted material

Pesca de tiburón: Manuel Murillo Romero, Andrés Camacho Urías y Luis Murillo Romero (1991; fotografía de G Meyer)

los $ 53 por kg al incrementarse la demanda. Embarcaciones de Guaymas, San Felipe y Santa Rosalía navegaban a BLA para comprar el hígado y dejar más botes metálicos. Con la explotación, la talla de los tiburones descendió hasta requerirse cinco hígados para llenar un bote, mientras que la mayor parte de la carne comenzó a salarse y secarse para su comercialización (A Amador-Fuerte com. pers.).

A partir de la década de 1950, las vitaminas sintéticas eliminaron del mercado al hígado de tiburón. Sin embargo, la explotación de los tiburones continuó, sustentada por el mercado de las aletas, carne, piel, cartílago y mandíbulas (Villavicencio-Garayzar 1996). Al inicio de la década de 1980, el principal campo tiburonero se encontraba establecido en Bahía San Francisquito, 130 km al sur de BLA, donde trabajaban una docena de embarcaciones y hasta 30 pescadores de la región (G Lucero-Walfors com. pers.). Durante la década de 1990, el ámbito geográfico de los permisos de pesca permitió que pescadores del sur de México, e inclusive de Guatemala, operaran en

Copyrighted material

la región, con lo que en el verano de 1994, sólo 8.5% de los pescadores de Bahía San Francisquito eran locales, mientras que el resto eran pescadores foráneos contratados por un permisionario (Zavala-González 1999). Ante esta presión, la producción fue reduciéndose hasta que en 1997 sólo fueron capturados tiburones de tamaño pequeño. La pesquería de tiburón de San Francisquito se colapsó entre 1996 y 1998, coincidiendo con la operación en el área de dos barcos pesqueros provenientes de Chiapas, que servían como base para hasta 30 embarcaciones menores, propiedad de una firma de pesca industrial de ese estado (A Lucero-Walfors com. pers.). A partir de esos años todos los campos tiburoneros, incluyendo el de San Francisquito y los que ocasionalmente se establecían en las islas del Archipiélago de San Lorenzo, fueron abandonados.

A fines de la década de 1940, las mejoras en los caminos a lo largo de la península permitieron el transporte de tortugas marinas (*Chelonia mydas*, *Lepidochelis olivacea* y *Caretta caretta*) vivas desde BLA a Ensenada. Como las tortugas pueden sobrevivir varios días fuera del agua en la sombra, éstas eran apiladas en cuatro capas en las cajas de los camiones para su transporte a Ensenada, en un viaje de hasta 14 días de duración. Las tortugas eran muy abundantes, y podía vérselas nadando entre la costa y la barra de arena frente al poblado. Utilizando solamente un arpón, un pescador llegó a capturar 16 tortugas en una sola noche, desde la proa de una canoa de remos (C Murillo-Urbano com. pers.).

Don Carmelo Murillo, pescador de Caguama, enseñando cómo usaba el arpón en la proa de su canoa (anónimo 1999)

Las tortugas eran capturadas utilizando un arpón de 2.5 m de longitud, armado con una punta metálica amarrada al arpón con un cable. Como el objetivo era capturar, pero no matar a las tortugas, un anillo de cuero colocado detrás de la punta metálica permitía que ésta

Copyrighted material

Captura de caguamas en BLA, acomodadas en cuatro capas en la caja del camión que las transportaría a Ensenada (1965 anónimo)

solo penetrara el caparazón, preferentemente cerca del borde, pero sin dañar los órganos internos (C Murillo-Urbano com. pers.).

Las tortugas se aprovechaban completamente. Tradicionalmente, la carne, sangre, intestinos, hígado y cartílagos eran consumidos como alimento, y ambas partes del caparazón se asaban al carbón para preparar chicharrones con la capa de grasa que las recubre internamente. El aceite de tortuga, también preparado a partir de la grasa del animal, era utilizado para teñir cueros y como medicina, ingerido para tratar catarros, o como ungüento.

Los ingresos por concepto de actividad minera eran muy fluctuantes, por lo que durante la década de 1950 la economía comenzó a centrarse en la captura de tortugas. En 1952, Antero Díaz adquirió un camión de una tonelada de capacidad, y una embarcación grande, exclusivamente para el transporte de tortugas. Lorenzo y Socorro Galván se establecieron en BLA, y con dos camiones también ingresaron al negocio de la tortuga o *caguama*. Ellos compraban a crédito tortugas vivas a $ 0.50 por kg, transportaban el producto hacia el norte, y regresaban con alimentos, cerveza, y efectivo para pagar a los tortugueros. También se transportaba y vendía a crédito ropa y otros artículos (S García-Galván com. pers.). Uno de los conductores fue "Tilongo" Smith, quien transportó tortugas capturadas en la región desde 1952 hasta 1962. Las tortugas que no se encontraban en condiciones de sobrevivir el viaje eran consumidas localmente, y cuando no se contaba con manteca de cerdo, las tortillas de harina se preparaban utilizando grasa de tortugas como substituto.

Bahía de los Ángeles fue el productor de tortuga marina más importante de México durante la década de 1960: la producción en 1962 totalizó 180 ton, y 140 ton en 1967 (Caldwell 1963). Sin embargo, en 1974 la captura descendió hasta 80 ton, en 1977 fue de 40 ton, y en 1981 fue de sólo 20 ton, para no recuperarse jamás. En 1990 todas las especies de tortuga marina fueron protegidas por las leyes mexicanas, y su captura y comercio fueron prohibidos (Poder Ejecutivo Federal 1990, 1994, 2000).

Copyrighted material

La Isla Rasa, localizada a 36 km de BLA, es sitio de anidación para más de 90% de la población mundial de gaviota parda (*Larus heermanni*) y charrán elegante (*Sterna elegans*) (Velarde y Ezcurra 2002). Estas enormes colonias generaron depósitos de guano que fueron cosechados manualmente desde la década de 1850, y en una escala industrial entre 1873 y 1910 (Bowen 2000). Posteriormente, en las décadas de 1940 y 1950, hasta 10 embarcaciones navegaban en marzo desde Santa Rosalía a Isla Rasa para colectar medio millón de huevos de aves por temporada, los que eran vendidos en aquella localidad. Poblaciones más lejanas, como San Felipe, Hermosillo, Guaymas y La Paz, también fueron mercado para huevos recolectados en Isla Rasa (Bowen 2000). Utilizando como colchón las algas que crecen en la laguna costera de la isla, los huevos se apilaban hasta la borda de las embarcaciones para el viaje de regreso. La gente de BLA a veces recolectaba los huevos en cubetas de 20 L para el consumo local, especialmente para tortillas de huevo, que eran de color anaranjado brillante debido al color de las yemas (P Patrón com. pers.).

La supervivencia de las gaviotas pardas y los charranes elegantes se vio seriamente amenazada por la recolecta de huevos hasta que Lewis Wayne Walker publicó los reportes que promovieron la conformación de un fondo administrado por la Audubon Society, destinado a la conservación de esta isla. Esto impulsó la declaratoria de Isla Rasa como Reserva Natural y Refugio de Aves Migratorias por el Presidente Adolfo López Mateos, en 1964 (Walker 1951, Poder Ejecutivo Federal 1964, Ezcurra *et al.* 2002). La recolecta clandestina de huevos continuó, con un precio unitario de $ 1.00 a 1.50, hasta que la presencia de biólogos durante la época de anidación eliminó esta amenaza (E Velarde com. pers.).

En 1968 se inició la explotación de la almeja voladora (*Pecten vogdesi*), atrayendo a BLA trabajadores de otras localidades. Guy Gabaldón, quien fuera condecorado por acciones heroicas durante la Segunda Guerra Mundial (Anónimo 2006), fue el primero en obtener un permiso para comercializar estas almejas, estableciendo una importante planta procesadora y enhieladora en BLA. Buceadores de Ensenada y de la propia BLA extraían en ese momento hasta una tonelada diaria de almejas vivas, en los alrededores de Isla Piojo. Los buzos descendían a una profundidad media de –12 m, para colectar manualmente las almejas sobre el fondo arenoso, y depositarlas en canastas de red (*chinguillos*). En tierra, las almejas eran generalmente abier-

Copyrighted material

tas por mujeres, que extraían su carne utilizando cuchillos de punta redonda (P Murillo-Romero com. pers.). Empacada en bolsas con hielo, la carne de las almejas (el *callo* o músculo aductor) era transportada a los Estados Unidos por dos avionetas Cessna. La pesquería daba empleo a casi la totalidad de la población local, generando un importante beneficio económico para los hombres, mujeres y niños que trabajan en esta operación. Luis "Russo" Rentería estableció su propio campamento almejero en el área conocida como La Gringa, ubicado a 10 km al norte del poblado, y transportaba las almejas utilizando una flotilla de diez camiones color verde.

La abundancia de almejas motivó la organización de la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera (SCPP) Canal de Ballenas. El gobierno mexicano equipó a esta cooperativa con embarcaciones y motores fuera de borda, y también construyó una fábrica de hielo y planta de refrigeración en Playa Sílica, 6 km al norte del poblado; los problemas administrativos y la desorganización de los productores locales ocasionaron que esta planta nunca entrará en operación (H Mateus com. pers.).

Tras agotar los bancos almejeros en la bahía y zonas aledañas, otra operación de gran tamaño fue establecida en la costa este de la Isla Ángel de la

Desembarque de almeja voladora en la playa de BLA (1971; fotografía por H Bertsch)

Copyrighted material

Desconche de callo de almeja voladora (1971; fotografía por H Bertsch)

Guarda. Ésta contaba con un muelle flotante, una planta procesadora, una pista de aterrizaje, y casas con techo de cartón arenado (H Mateus com. pers.). Los empleados trabajaban 6½ días a la semana en la isla, donde se les facilitaba vivienda y alimentos sin costo, a través de dos tiendas de abarrotes. Por seguridad, había disponibles un médico, una enfermera y una cámara de descompresión para asistir a los buzos; para diversión del personal se organizaban bailes (N Camacho-Urilla com. pers.).

Los buzos de Isla Ángel de la Guarda debían trabajar más profundo y por más tiempo. Para producir un kilogramo de carne, que se pagaba a $ 12, era necesario capturar de 90 a 100 almejas. El buzo recibía 40% del pago, y el resto era dividido entre los dos hombres que lo asistían desde la embarcación. Aunque la paga era muy buena para ese tiempo, el trabajo era tan riesgoso que muchos buzos sufrieron problemas de descompresión, y al menos dos de ellos perdieron la vida (N Camacho-Urilla com. pers.).

En 1971 se realizaron prospecciones en Piedra San Bernabé y Puerto Refugio, a 25 y 27 m de profundidad, en las que sólo se hallaron grandes acumulaciones de conchas de almeja vacías, indicando el cercano colapso

Copyrighted material

comercial de este valiosa pesquería. Aunque la cooperativa estaba integrada por alrededor de 20 pescadores, menos de la mitad pescaba consistentemente, y careciendo de habilidad administrativa, la sociedad se deshizo y sus equipos se redistribuyeron. Posteriormente, los intentos por reactivar la SCPP Canal de Ballenas fallaron por falta de unidad y organización, hasta su completa desintegración en 1992 (F Smith-Valdez com. pers.).

De 1973 a 1980, la baqueta (*Epinephelus acanthistius*) fue el objeto de otra pesquería importante. Durante esos años, una embarcación, utilizando línea de nylon y carnada, lograba producir 1 ton por día (Poder Ejecutivo Federal 2000). A partir de 1980 la producción decreció drásticamente, y desde 1988 prácticamente desapareció de las capturas comerciales (Oficina de Pesca en Baja California datos no publicados, Poder Ejecutivo Federal 2000).

La recolección de pepino de mar (*Isostichopus fuscus*; "bech de mer"), iniciada en BLA por Isaac Villalobos en 1988, representó el último impulso económico para la pesca en esta región. En ese año, tres hombres en una embarcación equipada con equipo de buceo semiautónomo (*hookah*) podían producir una tonelada diaria de pepino, y cada día trabajaban entre 10 y 30 embarcaciones. La pesquería empleaba además personal para el eviscerado, cocido y secado de los pepinos, así como para el mantenimiento de los campamentos. El pepino, ya procesado y del tamaño de un dedo, se embarcaba por tierra hacia el norte, desde donde se enviaba a Asia, y alcanzó a representar 67.6% de la producción pesquera total de BLA en 1991 (Oficina de Pesca en Baja California datos no publicados). Esta pesquería atrajo buzos de Baja California Sur y Sonora, que también extraían almejas y langosta, estableciéndose una fuerte competencia que causó conflictos entre pescadores locales y foráneos (Zavala-González 1999). Luego de tres años de extracción intensa y producción decreciente, el pepino comenzó a colectarse de noche, expandiendo además la pesquería al llamado "pepino blando" (*Isostichopus inornata*). El precio se elevó de $ 3 a $ 6 por kg, pero la ausencia de regulación permitió la sobrepesca de estos recursos, y en poco tiempo la pesquería se colapsó. *Isostichopus fuscus* recibió protección legal en 1994 (Poder Ejecutivo Federal 1994), pero inclusive la población de *I. inornata* fue tan mermada, que la pesquería en gran escala de estas especies fue abandonada. En otro capítulo de este volumen (véase capítulo 15 de este volumen) se describen y

Copyrighted material

analizan, desde un punto de vista biológico-pesquero, ésta y las demás pesquerías mencionadas en esta sección.

Desarrollo comunitario y turismo

Pese a lo remoto de su ubicación, y al relativamente pequeño tamaño del poblado, BLA contó con una escuela primaria desde 1939. El primer maestro fue el profesor Miguel Ángel Aldama, oriundo de Mexicali. La escuela operó en diversos edificios que eran prestados para este fin, como por ejemplo un cuarto en la casa de la familia Dagget, otro debajo de la casa de la familia Quiñones, y otro en el destacamento militar. Finalmente, en 1956 se autorizó la construcción de un edificio con dos estancias, debajo de la casa de la familia Verdugo. Entre los maestros se encontraron Salvador Armenta, un profesor de apellido González, María Eufemia y Sarita Galván ("N" Smith com. pers.). El crecimiento del poblado y del número de niños que necesitaban educación motivó que el gobierno construyera dos de los salones de piedra cantera que aún se utilizan como escuela en la actualidad.

En 1949, Antero Díaz solicitó a Arnulfo Ocaña que fuera a BLA para soldar y hacer reparaciones en maquinaria minera y camiones. Ocaña estableció un taller a un lado de las instalaciones de la mina, y resultó muy hábil para reparar equipo con muy pocas refacciones disponibles. En 1956 Ocaña se independizó, y comenzó a fabricar muebles, hierros para marcar ganado y contenedores para agua, así como a reparar desde radios hasta motores, actividad que continuó hasta la década de 1980 (G Arce-de-Ocaña com. pers.). Dick Dagget (hijo) también reparaba maquinaria, y fue muy popular entre los turistas que comenzaban a visitar el área y que ocupaban asistencia mecánica.

La actividad ganadera se inició en las cercanías de BLA desde el inicio del siglo XX, cuando un ganadero de apellido Sandoval comenzó a producir carne para la mina de El Boleo en Santa Rosalía, así como para otras minas de la región. Matilde "Tilongo" Smith, "Pepe" Smith y Heriberto Limendú comenzaron a criar ganado en los ranchos Agua Higuera y El Porvenir. "Nela" Smith (com. pers.) recuerda grandes manadas de burros salvajes pastoreando cerca de BLA, y su familia ordeñaba hasta 50 vacas por día.

Copyrighted material

Pisca de jojoba en Valle de San Juan: Jesús Flores Murillo y Salvador Cordero (1980; fotografía por C Espinoza).

En la primera mitad del siglo XX las precarias condiciones del camino limitaban la llegada de turistas por vía terrestre. Sin embargo, a partir de 1955 el turismo fue alentado por el inicio de las operaciones de la aerolínea privada de Francisco Muñoz. Por $ 23 dólares por persona, cuatro pasajeros podían volar desde San Diego, California, hasta la aeropista de tierra de BLA en un Cessna 195. En 1956 Muñoz incorporó un avión Twin Beach para ocho pasajeros, y en 1962 su avión Lucky Loadstar transportaba hasta 18 pasajeros en vuelos semanales de 1hora y 20 minutos de duración. Los turistas llegaban a BLA para realizar actividades de pesca deportiva y descansar, y requerían hospedaje, embarcaciones, gasolina y guías, y consumían alimentos y cerveza (F Muñoz com. pers.). Antero y Cruz Díaz ofrecían todos estos servicios, haciendo a BLA famosa por su hospitalidad, y por los mariscos y cortes de carne de tortuga marina, preparados en forma casera. En 1964 se agregaron dos aviones a la aerolínea de Muñoz, con capacidad para 46 pasajeros cada uno, viajando entre San Diego, en Estados Unidos, y BLA, Guerrero Negro, Mulegé, Los Mochis y Puerto Vallarta, en México.

La afluencia de turistas permitió que los residentes de BLA fueran contratados como guías de pesca deportiva, constructores, conductores, músicos, mecánicos de automóviles y embarcaciones, y empleados en el hotel y restaurante de Casa Díaz. En esa época, BLA también recibía cazadores de todo el

Copyrighted material

Pescadores deportivos en la playa de BLA 1967; fotografía por L Carman)

mundo, interesados en la caza del borrego cimarrón (*Ovis canadensis*) de Baja California, necesario para completar el "Gran Slam" compuesto por las cinco especies de borrego salvaje americano (A Díaz-Alvavera com. pers.).

Los aviones también transportaban alimentos frescos en forma regular, con lo que los Díaz establecieron una tienda de abarrotes. La tienda operaba con una radio de onda corta donada e instalada por el Dr. Ewing, que se comunicaba con San Francisco (California) y otras localidades.

El transporte aéreo a BLA llegó a ser tan popular, que Antero Díaz le pidió a Francisco Muñoz "¡llévalos a otro lado, no tengo lugar para más turistas!". Sin embargo, los vuelos comerciales debieron suspenderse en 1968, cuando el gobierno mexicano prohibió la operación de la aerolínea, y sólo vuelos privados esporádicos continuaron transportando turistas a BLA. Estos aviones descendían en la pista de tierra que cruzaba el poblado, para estacionarse detrás de los cuartos de Casa Díaz.

Gradualmente, pequeñas casas de turistas estadounidenses fueron construyéndose a lo largo de la costa, en las propiedades de Ocaña y Díaz. Entre 1960 y 1969, la National Science Foundation rentó la antigua casa-oficina de la mina, rebautizándola como la Vermilion Sea Field Station. Durante este período la casa fue utilizada por más de 200 investigadores de 50 instituciones como estación de campo para la realización de estudios científicos sobre la porción central de Baja California y la Región de las Grandes Islas del

Copyrighted material

Avión del Capitán Francisco Muñoz, cargando maletas de visitantes en la pista de aterrizaje, al sur de BLA (fotografía por L Carman)

Avionetas estacionadas en Casa Díaz. Doña Cruz y Don Antero Díaz platican con un turista (en camisa negra) (1968; fotografía por L Carman)

Copyrighted material

Turistas esperando en el patio de Casa Díaz su vuelo en elavión de Muñoz (1968; fotografía por L Carman)

Golfo de California. Díaz adquirió la embarcación San Agustín II, que fue contratada para numerosos cruceros científicos por investigadores de San Francisco, San Diego y Arizona, y por empresarios de La Paz, Hermosillo y Ciudad de México, para explorar las islas de la región.

Entre los turistas distinguidos que visitaron BLA se encuentran los presidentes Gustavo Díaz Ordaz, José López Portillo y Luis Echeverría Álvarez, y los gobernadores de Baja California Eligio Esquivel Méndez, Roberto de la Madrid Romandía, Xicoténcatl Leyva Mortera y Milton Castellanos Evardo. Echeverría prometió a Antero Díaz que no se olvidaría de BLA cuando se construyera la carretera transpeninsular, lo que se cristalizó en 1971 con la construcción del tramo de 66 km que une al poblado con la carretera (L Montes-Pinal com. pers.). En ese momento, Antero Díaz estableció y operó en BLA una franquicia de PEMEX, que fue la primera gasolinera de la región.

La inauguración de estas vialidades permitió el acceso de compradores de productos pesqueros de Ensenada, Tijuana y los Estados Unidos. El primer comercializador en trabajar en BLA fue Luis Rentería, seguido de Jorge Arce, Samuel Díaz, Fermín Smith, los Mancillas y los Verdugo. En esos tiempos, el censo poblacional de BLA arrojaba una cifra de 400 residentes.

Copyrighted material

La Carretera Transpeninsular también permitió que visitantes extranjeros remolcaran sus embarcaciones desde la frontera, transportando equipos de pesca, hielo, e inclusive refrigeradores alimentados por generadores portátiles. De esta forma, grupos de tres o cuatro turistas comenzaron a llegar a BLA para pescar durante una semana, y regresar a sus hogares con cientos de kilogramos de pescado entero o fileteado, supuestamente para consumo doméstico.

El área también atrajo a un número mayor de visitantes interesados en la naturaleza, así como a científicos nacionales y extranjeros. La Vermillon Sea Field Station, así como otras dos estaciones de campo establecidas en el poblado, ofrecían alojamiento y un lugar de trabajo a grupos de estudiantes para llevar a cabo cursos de verano, así como a voluntarios que participaban en diversas investigaciones, en ocasiones pagando por tener esta oportunidad.

En 1979, Antonio Reséndiz estableció con financiamiento de la Secretaría de Pesca, un laboratorio para investigación de la dieta y fisiología de las tortugas marinas. Con fondos y equipos donados, el laboratorio llegó a ser una estación de investigación muy popular, a la que se anexó un campamento para albergar a investigadores, estudiantes, y turistas.

A medida que el ecoturismo creció en popularidad, los visitantes fueron gradualmente dejando de pescar en grandes volúmenes, para capturar lo necesario para su consumo personal. Paralelamente fueron incrementándose las actividades de observación de vida silvestre, principalmente ballenas, aves, delfines, lobos marinos y tiburón ballena.

Antes de 1981 el poblado no contaba con un médico o centro de salud. Cuando se presentaba alguna emergencia, Rebeca Amador o Antero Díaz acudían a prestar primeros auxilios, suturar heridas, entablillar huesos rotos, o asistir en partos. Las hierbas medicinales eran ampliamente utilizadas, aunque ocasionalmente se contaba con medicinas llevadas por los visitantes que viajaban en avión. El grupo de médicos estadounidenses denominado "Samaritanos del Aire" (Flying Samaritans), comenzó a volar a BLA una vez al mes en 1970, ofreciendo atención dental y oftalmológica, así como de otras especialidades, dependiendo de los voluntarios asistentes en cada viaje. En 1981 el gobierno estableció un Centro de Salud, que fue atendido por el Dr. David Gómez, a quien se le pagó su primer parto con una tortuga marina. El

Copyrighted material

centro recibía también practicantes que permanecían por un año en la localidad. Uno de esos practicantes, el Dr. Abraham Vázquez, decidió permanecer en BLA, donde ha prestado sus servicios desde entonces.

En 1988, y después de ocho años de recaudar fondos y construir un edificio, se inauguró el Museo de Historia, Naturaleza y Cultura de BLA. Bajo la dirección de Carolina Shepard-Espinoza, tanto locales como visitantes colaboraron en forma voluntaria para preparar una exhibición de fotografías históricas, instrumentos mineros y de uso habitual en ranchos de la región, y especimenes biológicos.

A finales de la década de 1980 BLA comenzó a ser utilizada como punto de partida para excursiones en kayak. Más de 15 empresas extranjeras organizaban grupos de *kayakeros*, tanto experimentados como novatos, para recorrer las islas de la región principalmente durante el invierno. Durante las temporadas de Navidad y Semana Santa, la mayor parte de las playas de las islas de BLA eran ocupadas por acampantes.

En 1985 se popularizó la renta de propiedades ejidales o privadas frente a la playa. En la actualidad se encuentran rentados alrededor de 250 lotes, por los que los visitantes, generalmente extranjeros, pagan entre $ 700 y $ 2,500 dólares de los EUA al año. La renta de lotes ha generado una derrama adicional en beneficio de la economía local, representada por la venta de materiales de construcción, agua, gasolina y abarrotes, así como por la contratación de albañiles y el uso de restaurantes y demás servicios locales.

La modificación del Artículo 27 Constitucional, promovida por el presidente Carlos Salinas de Gortari en 1992, permitió a los ejidatarios vender sus propiedades. Desde entonces, e intensificándose en los últimos cinco años, la venta de parcelas y derechos ejidales ha ido en aumento, dando lugar a transacciones de entre $ 30,000 y $ 150,000 dólares. La especulación alrededor de las propiedades ejidales de BLA, así como los conflictos relacionados con la tenencia de la tierra en la región, se han intensificado con la promoción del proyecto gubernamental "Escalera Náutica" (FONATUR 2003), que pretende transformar la pacífica villa de BLA en un polo de desarrollo turístico e inmobiliario.

Copyrighted material

Conclusión: hacia el siglo XXI

La derrama económica extranjera en BLA se evidencia con la presencia de ocho pequeños hoteles (con 5 a 20 habitaciones cada uno), siete restaurantes, tres taquerías, seis tiendas de abarrotes, cinco licorerías, una tienda de souvenir, un museo, tres talleres mecánicos, tres establecimientos de telefonía pública e Internet, y más de 20 prestadores de servicios de pesca deportiva y ecoturismo. Con esto, alrededor de 75% de la economía local se deriva directa o indirectamente del turismo.

En los últimos 117 años, BLA ha sido protagonista y testigo de la desaparición de la minería, de la totoaba, de la baqueta, de los tiburones, de las tortugas marinas, de la almeja voladora, y del pepino de mar. La actividad ganadera agoniza entre sequías, cuando el ganado debe alimentarse de cactáceas, y breves temporadas de lluvia, y la pesca comercial está en declive, como lo evidencia la talla, volumen y valor, cada vez menores, de las piezas capturadas. En este marco, sólo el limitado flujo de dólares provenientes del turismo, y la irreversible venta de tierras ejidales, mantiene a BLA en el inicio del nuevo milenio.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los amigos que compartieron sus memorias durante las entrevistas realizadas, haciendo posible esta reseña histórica.

Resumen

Este reporte presenta una reseña de la historia de Bahía de los Ángeles (BLA), basada tanto en relatos provenientes de entrevistas a habitantes de esta localidad, como en información obtenida en publicaciones de diversa índole. La historia de BLA puede dividirse en cinco períodos: prehistoria, presencia misional, explotación minera, explotación de recursos marinos, y desarrollo comunitario y turismo, caracterizados por un uso cada vez más intensivo de los recursos naturales. En este proceso destacan la desaparición de la minería, el colapso de al menos seis pesquerías de primer nivel y el declive de la actividad pesquera en general, y una ganadería agonizante. Esto ha llevado al

Copyrighted material

poblado a depender cada vez en mayor proporción de las actividades turísticas y de la venta de tierras, situación agravada en los últimos años por los planes de desarrollo turístico e inmobiliario promovidos por los gobiernos federal y estatal.

Abstract

A review of the history of Bahía de los Ángeles (BLA) is presented, based as much in accounts from residents of the area, as from information obtained in publications of diverse nature. The history of BLA can be divided into five periods: prehistory, missionary presence, mine exploitation, marine resource exploitation and community development and tourism. Each of these periods is characterized by an increasing use of the natural resources. Some of the remarkable highlights of this historic evolution are the disappearance of mining, the collapse of at least six prime fisheries in the area and the active decline of fisheries in general, as well as the decline of cattle breeding. Each of these events has led the town of Bahía de los Ángeles to depend more on tourist activities and in the sale of lands for the generation of economic income. This situation has been aggravated in the last few years by state and federal governments that have encouraged the expansion of tourism and real estate development in BLA.

Referencias

Anónimo. 2006. Guy Gabaldon, WWII hero, dies. *The Washington Times* (5 de septiembre de 2006).

Aschmann H. 1959. *The Central Desert of Baja California: demography and ecology.* Ibero-americana #42. University of California. Berkeley & Los Ángeles.

Berdegué A. 1955. La pesquería de la totoaba (*Cynoscion macdonaldi*) en San Felipe, Baja California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 34: 293–300.

Bowen T. 2000. *Unknown Island. Seri Indians, Europeans, and San Esteban Island in the Gulf of California.* University of New Mexico Press. Albuquerque, New Mexico, USA, 548 pp.

Caldwell D. 1963. The sea turtle fishery of Baja California, Mexico. *Calif. Fish Game* 49: 140–151.

Copyrighted material

Cariño-Olvera M. 2000. *Historia de las relaciones hombre naturaleza en Baja California Sur 1500–1940*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, Baja California Sur, 229 pp.

Cudney-Bueno R, Turk-Boyer PJ. 1998. *Pescando entre mareas del Alto Golfo de California. Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo*. Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos. Serie Técnica N°1. Puerto Peñasco, Sonora, 166 pp.

del Barco M. *c* 1770 [1988]. *Historia Natural y Crónica de la Antigua California*. Segunda edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México DF, 482 pp.

Del Río I. 1998. *Conquista y Aculturación de la California Jesuítica 1697–1768*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF, 239 pp.

Ezcurra E, Bourillón L, Cantú A, Martínez ME, Robles A. 2002. Ecological conservation. En: T Case, M Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biography of the Sea of Cortez*. Oxford University Press. Pp. 417–444.

FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo). 2003. *Escalera Náutica del Mar de Cortés*. México, DF, 136 pp.

Fullola J, Petit M, Rubio A, del Castillo V, Bergadá M. 1993. Esquema crono-cultural del poblamiento prehistórico de las sierras centrales de la Península de Baja California, México. Rev. *Arqueología INAH*, segunda época 9–10:3–15.

Johnson-Dickey K. *c* 1983. *A Natural History guide to Baja California*. Editorial house and site not indicated, 226 pp.

Lazcano-Sahagún C. 2000. *Pa-Tai. La historia olvidada de Ensenada*. Colección de documentos sobre la historia y geografía del Municipio de Ensenada, N° 2. Museo de Historia de Ensenada y Seminario de Historia de Baja California. Ensenada, Baja California, 175 pp.

Lazcano-Sahagún C. 2003. *Ensenada a través de los mapas*. Colección de documentos sobre la historia y geografía del Municipio de Ensenada, N° 7. Fundación Barca, Baja Naval, Lecturas Californianas y Museo de Historia de Ensenada. Ensenada, Baja California, 219 pp.

Lazcano-Sahagún C, Pericic D. 2001. *Fernando Consag. Textos y testimonios*. Colección de documentos sobre la historia y geografía del Municipio de Ensenada, N° 4. Fundación Barca, Municipalidad de Varazdín, Museo de Historia de Ensenada y Seminario de Historia de Baja California. Ensenada, Baja California, 406 pp.

Copyrighted material

Moriarty J. 1980. Climatologic, ecologic and temporal inferences from radiocarbon dates on archaeological sites, Baja California, Mexico. *Pac. Coast Arch. Soc. Q.* 16(4): 44–70.

Oficina de Pesca en Baja California. No publicado. Estadísticas pesqueras para el estado de Baja California, y avisos de arribo correspondientes a Bahía de los Ángeles, 1984–2001. Ensenada, BC.

Poder Ejecutivo Federal. 1964. Decreto que declara Zona de Reserva Natural y Refugio de Aves a la Isla Rasa, Estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación*. 14 de mayo de 1964.

Poder Ejecutivo Federal. 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. 31 de mayo de 1990.

Poder Ejecutivo Federal. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. *Diario Oficial de la Federación*. 16 de mayo de 1994.

Poder Ejecutivo Federal. 2000. Anexo del acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. 28 de agosto de 2000.

Velarde E, Ezcurra E. 2002. Breeding dynamics of Heermann's Gulls. En: T Case, M Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biography of the Sea of Cortez*. Oxford Univ. Press. Pp. 313–325.

Villavicencio-Garayzar C. 1996. Pesquería de tiburón y cazón. En: Casas-Valdez, M. y G. Ponce-Díaz (eds.), Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur. SEMARNAP-Gobierno del Estado de Baja California Sur-FAO-UABCS-CIB-NOR, CICIMAR, CRIP La Paz- CET del Mar La Paz. La Paz, BCS. Pp. 305–316.

Walker LW. 1951. Sea birds of Isla Raza. *National Geographic* 99: 239–248.

Zavala-González A. 1999. El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y su relación con la pesca en la Región de las Grandes Islas, Golfo de California, México. Disertación doctoral. CICESE. Ensenada, BC, México. Pp. 55–89 y 129–157.

Copyrighted material

Comunicaciones personales

Aguilar-Armenta Mónica. Residente de BLA y San Borja. Entrevistada en Diciembre de 1988

Arce-de-Ocaña Guadalupe. Residente de BLA. Entrevistado en Junio de 1997.

Amador-Fuerte Andrés. Residente de BLA. Entrevistado en Mayo de 1997.

Camacho-Urilla Natalia. Residente de BLA. Entrevistada en Junio de 1997.

Cordero-Arce Salvador. Residente de BLA. Entrevistado en Mayo de 1997.

Díaz-Alvavera Antero. Residente de BLA. Entrevistado en Marzo de 1987.

Flores Jesús. Residente de BLA. Entrevistado en Diciembre de 1996.

García-Galván Socorro. Residente de BLA. Entrevistada en Mayo de 1997.

Lucero-Walfors Alberto. Tiburonero de Bahía de San Francisquito, localizada al sur de BLA. Entrevista realizada en diciembre de 2001.

Lucero-Walfors Guillermo. Tiburonero de Bahía San Francisquito, localizada al sur de BLA. Entrevista realizada en marzo de 1997.

Mateus Hernán. Jefe (Delegado Federal) de la Oficina Federal de Pesca en Baja California y Director de Pesca del Estado de Baja California, desde mitad de la década de 1970 hasta principios de la década de 1980. Entrevista realizada en Ensenada, B.C., el 16 de octubre de 2001.

Montes-Pinal Luis. Residente de BLA. Entrevistado en Mayo de 1997.

Muñoz Francisco. Residente de BLA. Entrevistado en Mayo de 1997.

Murillo-Romero Pablo. Residente de BLA. Entrevistado en Junio de 1997.

Murillo-Urbano Carmelo. Residente de BLA. Entrevistado en Junio de 1997.

Rosas-Díaz Cruz. Residente de BLA. Entrevistado en Febrero de 1987.

Rubio Juan "Largo". Residente de BLA. Entrevistado en Mayo de 1997.

Patrón Pablo. Residente de BLA. Entrevistado en Febreuary 1996.

Ritter Erik. Laboratorio de Arqueología, UC Berkeley. Entrevistado en Abril de 1997 y Noviembre de 2004.

Smith "Nela". Residente de BLA. Entrevistada en Mayo de 1997.

Smith-Valdéz Fermín. Residente de BLA. Entrevistado en Junio de 1997.

Velarde Enriqueta. Universidad Nacional Autónoma de México. Entrevistada en Mayo de 1997.

Copyrighted material

Addendum
Estrategias históricas de apropiación de los recursos naturales

M Cariño-Olvera

En la historia de la Península de Baja California podemos distinguir cuatro estrategias de apropiación de la naturaleza, cuyas características definen las formas dominantes de relación entre las sociedades y su ambiente. Este modelo de historia ambiental se verifica en todas las regiones bajacalifornianas y nos permite analizar la co-evolución socio-ambiental desde los primeros pobladores hasta nuestros días. La historia de Bahía de (BLA) no es una excepción; en esta discusión se analiza la historia de esta región con base en dicho modelo.

Las cuatro estrategias que han caracterizado la historia de BLA son: (a) la simbiosis hombre/naturaleza, (b) el aprovechamiento racional de los recursos naturales, (c) el saqueo y (d) la conservación.

Es importante señalar que las diferentes estrategias no son excluyentes en el tiempo ni en el espacio, que caracterizan las relaciones sociedad/naturaleza de un grupo social, y que tienen una periodización flexible. Es así como en ciertos periodos históricos encontramos la coexistencia de dos o más estrategias en la misma región, pero son protagonizadas por actores sociales distintos, cuyos intereses y perspectivas en cuanto al uso de los recursos naturales son diferentes y a menudo antagónicos.

La **adaptación simbiótica de los hombres al medio geográfico,** que caracterizó las relaciones sociedad/naturaleza de los indios Cochimies, cons-

Copyrighted material

tituyó su rasgo cultural más destacado, ya que permitió su subsistencia y reproducción social. Esta estrategia se basó en un profundo conocimiento del potencial alimenticio existente en el medio ambiente, lo que se refleja en el aprovechamiento integral y sustentable que dieron a la flora y la fauna silvestres durante las diferentes estaciones del año y en situaciones de escasez o abundancia. Los principios genéricos de la estrategia de adaptación simbiótica al medio geográfico estaban basados en una gran economía energética, un uso variado e integral de la diversidad biótica, y en el conocimiento empírico del límite de uso de los ecosistemas. Estos rasgos culturales son detallados en la reseña histórica precedente, por lo que aquí sólo referiremos el hecho de que la movilidad que tenían los cochimíes debido a su semi-nomadismo les permitió evitar la sobrecarga del ecosistema al practicar sus actividades de colecta, caza o pesca. Este modo de apropiación primaria, aunado a su profundo conocimiento del potencial natural de su ecosistema, generó la construcción de una cultura en la que la unidad social fue la *banda* o *ranchería*. En estos grupos el trabajo era dividido por sexo, desarrollando un modo de vida sencillo y profundamente apegado e integrado a la naturaleza. Aunque exitosa, la reproducción social de los cochimíes resultó ser sumamente vulnerable a la intromisión de una cultura diferente en su aislado territorio. Por ello, al cabo de unas cuantas décadas de interacción con los misioneros jesuitas, la cultura autóctona de BLA fue prácticamente destruida.

El **aprovechamiento racional de los recursos naturales** fue la estrategia que caracterizó a la sociedad y la economía de los rancheros que se establecieron en la península desde el siglo XVIII, cuando llegaron acompañando a los misioneros jesuitas. Esta estrategia tuvo por base un policultivo estratificado en tres niveles en los oasis, la crianza extensiva de ganado, y el aprovechamiento diverso, integral y racional de la flora silvestre. Los principios de esta estrategia de aprovechamiento integral fueron la autosuficiencia y austeridad, el aprovechamiento variado e integral de la diversidad biótica, y la dispersión y baja densidad de los asentamientos humanos. Los rancheros que poblaron la región de BLA provinieron de las familias de la contigua Sierra de San Francisco, y su vida se basó en los principios antes mencionados hasta finales del siglo XIX. A partir de entonces, la crianza de ganado en BLA se incrementó (trastocando la esencia de esta estrategia) con la finalidad de satisfacer la demanda de alimentos que surgió con el desarrollo de

Copyrighted material

los asentamientos mineros y pesqueros característicos de la estrategia de saqueo.

El **saqueo** puede definirse como la explotación intensiva y exhaustiva de los recursos naturales, con un mínimo beneficio para la sociedad regional y con un severo impacto sobre los ecosistemas. A menudo la explotación de los recursos naturales en la que prevalece esta estrategia conduce al agotamiento –e incluso a la extinción- de las especies, lo que finalmente provoca el abandono de la actividad productiva que generó dicha extracción. Los actores sociales del saqueo suelen entonces dirigir su esfuerzo hacia otro recurso que es igualmente sometido a la sobreexplotación, teniendo por saldo la misma situación. De tal manera se genera un círculo vicioso en el que prevalece la devastación de la naturaleza y el empobrecimiento de la sociedad, ya que la riqueza contenida en el potencial natural de su región se deteriora conforme el saqueo prevalece. El saqueo tiene por fundamento la racionalidad de mercado, la especulación y la codicia, procesos característicos de la economía capitalista. En BLA el saqueo inició hacia 1880 con la explotación del oro en la Mina Santa Marta; la minería se desarrolló en esa década y hasta finales del porfiriato. En el periodo revolucionario cesó, debido a la leva, reanudándose a mediados del siglo XX. Si bien en la década de 1930 se registró cierto repunte productivo, a partir de la década de 1940 el agotamiento de las minas impulsó el desarrollo de la pesca como principal actividad productiva en la región.

Así dio inicio el saqueo del mar en BLA, representando un ejemplo típico de la devastación de la que ha sido objeto el Golfo de California. Recordemos que los cochimíes, los misioneros, los rancheros y los mineros ya habían aprovechado los recursos marinos de la región. Sin embargo, el saqueo se impone como estrategia cuando la explotación de las diferentes especies se torna intensiva y exhaustiva. En BLA esto se ha llevado a cabo siguiendo un mismo patrón, que inicia con la apertura comercial de la pesca de una especie, que por su introducción y demanda en el mercado se perfila como una actividad lucrativa sumamente interesante. Esto promueve un incremento en la explotación, mayormente desregulada, lo que al cabo de pocos años redunda en la sobreexplotación, e ineludiblemente conduce al agotamiento del recurso. Bajo este esquema en BLA se han sucedido los ciclos de saqueo de la totoaba, el tiburón, la tortuga, los huevos de aves marinas, la almeja voladora,

Copyrighted material

la baqueta, y el pepino de mar, descritos en este capítulo y analizados en el Capítulo 15 de este volumen.

El saldo de esta devastadora forma de apropiación de la naturaleza ha sido una efímera ganancia para la población local (a menudo disputada con saqueadores foráneos), y el deterioro de su patrimonio natural. El daño que los habitantes de BLA han inflingido a su ecosistema marino a través del saqueo es tan severo, que sus consecuencias difícilmente pueden ser valoradas con precisión. Afortunadamente, en forma simultánea al saqueo, desde mediados de la década de 1950 se inició el desarrollo de la cuarta estrategia mencionada al inicio de esta discusión: la conservación.

La estrategia de **conservación** dio inicio en BLA en forma limitada pero temprana, en comparación con otras regiones de México y del mundo. En general, esta estrategia se caracteriza por la emergencia de los valores, principios y actitudes encaminados tanto a la protección de algún espacio o de alguna especie, como a la búsqueda del desarrollo sustentable regional. El éxito de esta estrategia por sobre la del saqueo requiere que sus actores identifiquen la problemática y los obstáculos que estos procesos deben enfrentar para superar el deterioro ambiental y el crecimiento devastador. También deben valorar y estimular las oportunidades que genera la sinergia entre los diversos actores y sectores de la conservación, con la finalidad de promover el desarrollo de un sistema socioeconómico alternativo.

Los procesos de conservación en la región de BLA iniciaron a través de la preocupación y consecuente acción de un grupo de científicos mexicanos y estadounidenses para proteger a las aves marinas anidantes en Isla Rasa, continuando con el establecimiento de estaciones de investigación y del Museo de Historia, Naturaleza y cultura de Bahía de los Ángeles en el poblado. Esta última obra, en la que participaron activamente residentes y visitantes, demuestra un legítimo interés por la conservación de la naturaleza y la cultura regional.

Los científicos no han sido los únicos actores de la estrategia de conservación en BLA. Los promotores del turismo de bajo impacto y una porción creciente de la comunidad, cada día más concientes del valor de sus recursos naturales, así como las organizaciones ambientalistas de la sociedad civil, han desarrollado una importante sinergia que muestra la tenaz intención de incrementar la calidad de vida de la población local y resguardar el extraordinario medio ambiente de BLA.

Copyrighted material

El objetivo de la investigación de la historia ambiental es aplicar sus enseñanzas en la búsqueda de mejorar las relaciones sociedad/naturaleza; es una herramienta para promover la conservación como un estilo de desarrollo capaz de superar el saqueo y asegurar la sustentabilidad de la vida humana y su base ecosistémica. La experiencia histórica muestra que para evitar el saqueo es necesario conocer y respetar el límite de cambio aceptable de los ecosistemas, procurar que la inversión repercuta en el incremento de la calidad de vida y el reforzamiento de la economía regional, y valorar en su amplia, profunda y compleja medida, los impactos del crecimiento económico. Asimismo, para que la conservación prevalezca como estilo de desarrollo, es necesario que la mentalidad colectiva reconozca los beneficios que en el mediano y largo plazo es posible obtener si se logra usar racionalmente los recursos naturales, y valorar y aprovechar los espacios naturales de belleza excepcional. La educación, el arraigo y la innovación son procesos sobre los cuales deben apoyarse los actores de la conservación para demostrar que ésta es un estilo de desarrollo capaz de superar al saqueo y evitar sus desastrosas consecuencias.

Copyrighted material

Copyrighted material

Tercera parte

Aspectos bioecológicos

Copyrighted material

Copyrighted material

7 *Macroalgas*

Isaí Pacheco-Ruíz, José A Zertuche-González, Julio Espinoza-Ávalos, Rafael Riosmena-Rodríguez, Luis Galindo-Bect, Alberto Gálvez-Télles, Alf E Meling-López y Javier Orduña-Rojas

Introducción

Bahía de los Ángeles (BLA) se reconoce como una región particularmente rica en flora de macroalgas marinas, tanto por el gran número de especies presentes, como por la biomasa que alcanzan algunas de ellas (Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996a, b, c; 2002). Varios aspectos oceanográficos, como la presencia de aguas ricas en nutrientes, favorecen la riqueza relativa de macroalgas en esta zona. Por ser organismos sésiles y fotosintéticos, la principal limitación para las macroalgas de la región es la disponibilidad de sustrato en la zona eufótica. En este sentido, BLA ofrece un área considerable para el establecimiento de macroalgas: la bahía es somera, con profundidades no mayores de 10 m a un 1 km de distancia de la costa. Las islas dentro de la bahía ofrecen sustrato adicional, con costas expuestas hacia la península y hacia el Canal de Ballenas, estas últimas con una mayor exposición a aguas relativamente frías y ricas en nutrientes. El intervalo de mareas, de aproximadamente 4 m de amplitud (capaz de inundar una costa de poca pendiente), incrementa el área disponible para las macroalgas. Gran parte de sus playas, particularmente al norte del poblado y al sureste del área, contiene sustratos rocosos indispensables para el establecimiento de la mayoría de las especies. Sin embargo, también es común la presencia de algas capaces de

Copyrighted material

crecer en sustratos arenosos. Parte de su costa peninsular y sus islas están cerca o contiguas al Canal de Ballenas, cuyas aguas se caracterizan por ser más frías que el resto del Golfo de California (GC), mientras que otras playas están relativamente aisladas de esta influencia. Esto permite una variedad de ambientes que favorece la alta diversidad de especies. Estas características se extienden a la región aledaña a Bahía de los Ángeles considerada en este libro, distinguiéndola como un área de gran riqueza de macroalgas.

Norris (1975) estimó que existen 328 especies de macroalgas para la zona norte del GC, mientras que Espinoza-Ávalos (1993) estimó 580 para todo el GC. De éstas, 55 se consideran de importancia económica (Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996c). También se registran mantos de macroalgas con biomasas significativas susceptibles de explotación comercial (Guzmán-del Próo 1993, Pacheco-Ruíz *et al.* 1998, 1999, 2002). Algunos de esos mantos se cosechan regular o esporádicamente en BLA, Bahía Las Ánimas y Bahía San Rafael (Pacheco-Ruíz *et al.* 2003a, Parker 1974). Las características ambientales especiales del GC han propiciado que en BLA y su zona insular exista alto endemismo (Espinoza-Ávalos 1993), por lo que es importante conciliar los aspectos de uso y conservación de los recursos algales de la zona.

Área de estudio

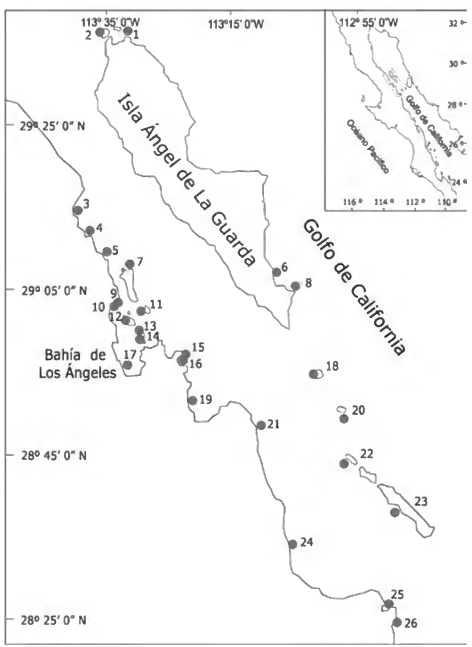
El área marina que se revisa en este trabajo se encuentra localizada en la costa NW del Golfo de California, en el litoral del estado de Baja California, México (fig. 1), y para su descripción se dividió en dos zonas: peninsular e insular.

Zona peninsular

Se localiza entre Bahía Guadalupe (29°13'12"N; 113°39'W), en el norte, y Ensenada Blanca (28°24'36"N; 112°51'W), en el sur (fig. 1). La zona está constituida por una serie de bahías, como Guadalupe, Alcatraz, de Los Ángeles, Las Ánimas, San Rafael y San Francisquito, entre otras (Pacheco-Ruíz *et al.*, 2003b). Su sustrato es muy variable, desde roca sólida de acantilados, puntas rocosas, grava y cantos rodados, hasta arenas de grano fino y medio que se presentan en las playas, bahías y caletas.

Copyrighted material

Figura 1. Región geográfica del área de estudio. 1: Puerto Refugio, 2: Isla Mejía, 3: Bahía Guadalupe, 4: Bahía Alcatraz, 5: El Cardón, 6: Isla Ángel de la Guarda al sur, 7: Isla Coronado (Smith), 8: Isla Estanque (Pond), 9: Punta La Gringa, 10: La Sílica, 11: Isla El Piojo, 12: Isla La Ventana, 13: Isla Cabeza de Caballo, 14: Isla de Los Gemelos, 15: Punta El Pescador, 16: Ensenada El Pescador, 17: Bahía de los Ángeles, 18: Isla Partida, 19: Bahía Las Ánimas, 20: Isla Raza (Rasa), 21: El Bajo, 22: Isla Salsipuedes, 23: Isla San Lorenzo, 24: Bahía San Rafael, 25: Ensenada Las Palomas (San Francisquito), 26: Ensenada Blanca



Copyrighted material

Zona insular

Se ubica entre Isla Mejía (29°34'12"N; 113°36'W), en el norte, e Isla San Lorenzo (28°37'48"N; 112°51'W), en el sur (fig.1). La zona forma parte de la región conocida como de las Grandes Islas del GC (que incluye a Isla Tiburón que no es abordada en este trabajo). En nuestra zona de estudio se encuentran algunas de las islas más grandes de México, como Ángel de la Guarda, San Lorenzo, y otras más pequeñas como Mejía, Partida, Raza (Rasa) y Salsipuedes, además de algunas localizadas en el interior de BLA, como Coronado (Smith), El Piojo, La Ventana, Cabeza de Caballo y Los Gemelos. El tipo de sustrato alrededor de estas islas es variable y similar al del litoral peninsular. El sustrato arenoso se presenta principalmente alrededor de las islas de mayor tamaño.

En ambas zonas el sustrato coralino es muy reducido, debido a que en esta región no existen afloramientos arrecifales de importancia como sucede en las costas mexicanas del Caribe. Sin embargo, existen mantos extensos de rodolitos (Riosmena-Rodríguez *et al.* 1999) que presentan una gran diversidad de organismos asociados, produciendo un ambiente de tipo arrecifal importante. La zona presenta una alta productividad primaria, ya que es fuertemente influenciada por afloramientos de aguas profundas del Canal de Ballenas, ricas en nutrientes que son aprovechados inicialmente por el fitoplancton y las macrofitas, y posteriormente por otros organismos de las cadenas tróficas. La temperatura del agua presenta intervalos anuales amplios, entre 15°C y 17°C, con temperaturas mínimas en invierno de 14–15°C y máximas de 30–31°C en verano. Estas condiciones oceanográficas particulares, junto con las características del desierto peninsular que la circunda, generan condiciones atmosféricas y oceanográficas locales dinámicas, tienen efectos muy palpables sobre la presencia y distribución estacional de las especies, y probablemente han favorecido el alto endemismo algal de la región.

Conocimiento de las macroalgas en Bahía de los Ángeles

Los estudios de la flora marina de BLA y su zona insular adyacente iniciaron hace aproximadamente 80 años. La primera contribución significativa sobre

Copyrighted material

flora del GC la proporcionaron Setchell y Gardner (1924), quienes reportaron 144 especies y variedades de las cuales 32 especies de macroalgas corresponden a BLA (7 verdes, 9 pardas y 16 rojas; Anexos 1–3). A este estudio siguió un trabajo extenso por E Yale Dawson, quien contribuyó de manera sobresaliente al conocimiento sobre taxonomía y distribución de algas en el Pacífico Mexicano, particularmente en la costa occidental de Baja California y el GC, incluyendo BLA y la zona insular adyacente. Dawson publicó 16 trabajos entre los años cuarenta y mediados de los sesenta (1941, 1944, 1948, 1949, 1950a, b, c, d, 1953, 1960a, b, 1962, 1963a, b, 1966; Dawson y Hollenberg, 1961). Desde entonces se reconoce a esta zona por su riqueza en algas marinas. Para la región considerada en este trabajo, Dawson reportó un total de 98 especies, 58 de ellas específicamente en BLA y su zona insular (ver Anexos 1–3). En 1975, Norris realizó el trabajo más completo sobre la flora marina bentónica de la región, donde reportó 328 especies. Aunque su trabajo se limitó a la región norte del GC (de los 28° al norte), sus colectas sobre sitios permanentes a lo largo de cinco años (incluyendo el submareal), le permitió hacer las primeras observaciones sobre los dramáticos cambios estacionales de la flora marina del golfo (Norris 1975).

Hasta finales del siglo XX e inicios del XXI, investigadores mexicanos como Pacheco-Ruíz y Zertuche-González (1996a, b, 2002) centraron su atención en esta región, para conocer la distribución de la flora, incluyendo su variación estacional. También en ese período, Riosmena-Rodríguez *et al.* (1998, 1999) realizaron estudios sobre especies calcáreas (rodolitos). Los primeros estudios ecológicos y fisiológicos encaminados al aprovechamiento y cultivo de las algas de esta región se iniciaron con las especies endémicas *Eucheuma uncinatum* (Setchell y Gardner) Dawson, y *Chondracanthus squarrulosus* (Setchell y Gardner) Hughey, Silva y Hommersand (Barilotti y Zertuche-González 1990; Cabello-Pasini *et al.* 2003; Pacheco-Ruíz 1992; Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1999; Zertuche-González 1988, 1990; Zertuche-González *et al.* 1987)

También se realizaron estudios con énfasis en cuantificar el número de especies de importancia económica (Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996c, Zertuche-González *et al.* 1995). Esto llevó a la generación de estudios para cuantificar la biomasa y el potencial comercial, lo cual permitió conocer la distribución de mantos comerciales (Pacheco-Ruíz *et al.* 1998, 2000, 2002, 2003b), y a

Copyrighted material

conocer la calidad de los compuestos que éstos producen (Arellano-Carbajal *et al.* 1999, López-Acuña *et al.* 2002, Zertuche-González *et al.* 1993). Otros estudios se relacionaron con el efecto de fenómenos naturales, como El Niño, sobre las especies de importancia económica (Pacheco-Ruíz *et al.* 2001, 2003a).

Conocimiento actual

El registro histórico de esta zona se concentra en 13 sitios de la parte peninsular y 13 de la insular (fig. 1). En estos 26 sitios se han reportado 231 especies de macroalgas marinas: 26 (11%) Chlorophyta, 33 (14. %) Phaeophyta y 172 (75 %) Rhodophyta (Anexos 1–3). En esos sitios, 118 (51%) especies de macroalgas se han registrado sólo en BLA. Del total de especies registradas, 46 (20%) son endémicas del GC, y de ellas, 4 (1.7%) se registraron como exclusivas de la zona peninsular, 15 (6.5%) sólo en las islas y 27 (11.7%) se localizaron en ambas zonas (Anexos 1–3). Existen nueve especies endémicas exclusivas de la zona de estudio: una Chlorophyta (*Valoniopsis hancockii* Dawson) y ocho Rhodophyta (*Apoglossum punctatum* Dawson, *Cryptonemia opuntioides* Dawson, *Entocladia condensata* Setchell y Gardner, *Phycodrys amplissima* Dawson, *Platoma abbottianum* Norris y Bucher, *Rhodoglossum diffusum* Dawson, *Rhodoglossum digitatum* Dawson y *Rhodymenia rosea* Dawson). El registro mundial de seis de estas especies se restringe a las islas circundantes a BLA. La diversidad alta, los pocos registros que se tienen de un gran número de macroalgas y el alto endemismo, hace necesario promover estudios taxonómicos de la flora marina de la zona de BLA.

El mayor número de especies ocurre en primavera (160 especies, fig. 2) y el menor en otoño (53 especies, fig. 2). Este comportamiento corresponde con el patrón de abundancia de especies que se conoce para la región noroeste del GC (Littler y Littler 1981, McCourt 1984, Huerta-Múzquiz y Mendoza-González 1985, Mendoza-González y Mateo-Cid 1986, Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996a, b, Aguilar-Rosas *et al.* 2000). También se refleja una relación inversa entre la temperatura y la riqueza de especies. Cuando en esta zona del golfo las temperaturas son altas (24–30°C; fig. 2) y los nutrientes son relativamente bajos (4 µM nitratos; Álvarez-Borrego *et al.* 1978, Pacheco-Ruíz *et al.* 1992), la diversidad es menor. En contraste, cuando las temperaturas son bajas (15–20°C) y los nutrientes altos (13 µM nitratos), la

Copyrighted material

diversidad es alta. Esas características son representativas de condiciones de surgencia, las cuales, entonces, favorecen el florecimiento de especies de macroalgas en la región. Esta relación la reportaron Zertuche-González (1988) y Pacheco-Ruíz *et al.* (1992), quienes observan que las altas temperaturas de verano inducen fuertemente la desaparición de la mayoría de las algas de BLA y de otras localidades del golfo a mediados de verano (ver también Littler y Littler 1981).

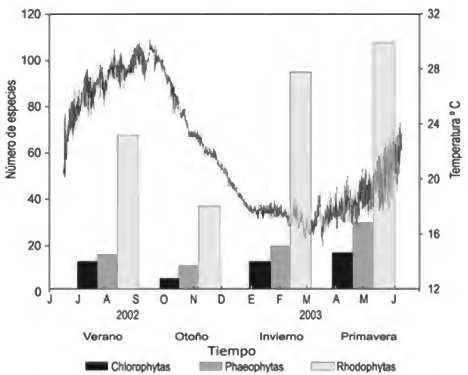
Usos de las macroalgas en Bahía de los Ángeles y su potencial en el futuro

Como resultado de una serie de investigaciones, cuyo objetivo fue localizar mantos de macroalgas de interés comercial, en 1995 se ubicaron en la zona de estudio grandes biomasas de macroalgas con capacidad de explotación comercial. Entre ellas se detectó a la agarofita *Gracilariopsis lemaneiformis*, el alga verde *Ulva lactuca* Linnaeus y la alginatofita *Sargassum johnstonii* Setchell y Gardner (Pacheco-Ruíz *et al.* 1999, 2002, 2003a, b). También se observaron mantos importantes, pero con poco potencial de explotación por sus pequeñas dimensiones y baja biomasa, de las rodofitas endémicas *Eucheuma uncinatum* y *Chondracantus squarrulosus* (tabla 1). La explotación de algas marinas en el GC es posiblemente el primer recurso marino que se aprovecha con base en investigaciones científicas previas, que permiten establecer cuotas de captura y efectos de las cosechas (Guzmán del Pró 1993; Pacheco-Ruíz *et al.* 1992, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003a, b; Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1999). Producto de ello, en BLA y Bahía Las Animas se inició en 1996 la comercialización de la agarofita *G. lemaneiformis* y la exportación de ésta como materia prima hacia países del Oriente y Sudamérica (Pacheco-Ruíz *et al.* 2003b).

En el período entre 1996 y 2004 se constituyeron tres empresas privadas dedicadas a la comercialización de *G. lemaneiformis*, cosechada de los mantos naturales localizados en BLA, Bahía Las Ánimas y Bahía San Rafael. De estos mantos se ha extraído menos del 5% de su producción natural anual (fig. 3; Pacheco-Ruíz *et al.* 2003), debido principalmente a una reducción en el precio internacional. A pesar de que existen mantos susceptibles de ser aprovechados en forma racional de la clorofita *Ulva lactuca*

Copyrighted material

Figura 2. Variación estacional del número de especies algales en Bahía de los Ángeles y zonas aledañas con relación a la temperatura obtenida a 5 m de profundidad en BLA (2002–2003). Las clorofitas, feofitas y rodofitas ocupan la primera, segunda y tercera barra, respectivamente



(como alimento humano o como forraje para animales) y de la alginatofita *Sargassum johnstonii* (para la extracción de alginato o como pienso para animales), como materia prima no tiene mercado nacional o internacional, o el precio por tonelada es tan bajo que no es rentable su comercialización. Estas dos especies quedan como un posible recurso de explotación para el futuro. En este sentido, hay que señalar que actualmente se llevan a cabo estudios para el mejor aprovechamiento de estas especies como parte de la dieta de organismos animales (Carrillo-Domínguez *et al.* 2002, Marín *et al.* 2003).

Como es conocido, existe una gran cantidad de organismos marinos que utilizan mantos de algas como sustrato, alimento, refugio, o zona de reproducción (Santelices 1989). Las investigaciones realizadas en los mantos de *G. lemaneiformis* demuestran que la extracción es casi exclusivamente de esa especie de macroalga, es decir, se trata de cosechas básicamente unialgales. Sin embargo, no es así respecto a la fauna asociada, ya que junto con *G. le-*

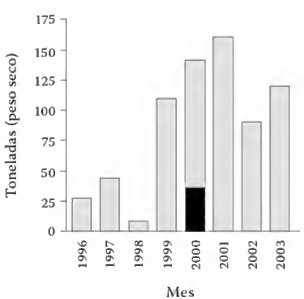
Copyrighted material

Tabla 1. Dimensiones y evaluación de la biomasa algal en Bahía de los Ángeles y zonas aledañas, en la costa NW del Golfo de California

Especie	Longitud (km)	Ancho (km)	Área (ha)	Biomasa (t peso seco)
Ulva lactuca[1]	13	0.17	221	432
Chondracanthus squarrulosus[2]*	6	0.06	36	160
Eucheuma uncinatum[3]*				328
*Gracilariopsis lemaneiformis*4	33	0.08	302	4,828–3,188
Sargassum johnstonii[5]	54	0.06	172	13,340

[1] Pacheco-Ruíz *et al.* 2002; [2] Pacheco-Ruíz *et al.* 2000; [3] Guzmán-del Próo 1993; [4] Pacheco-Ruíz *et al.* 1999; [5] Pacheco-Ruíz *et al.* 1998. *Especies endémicas.

Figura 3. Cosecha de *Gracilariopsis lemaneiformis* extraída por la iniciativa privada. En negro se representan las toneladas de producto que exportó Polos SA de CV en 2000. Las barras blancas entre 1996 y 2002 corresponden a Phykos SA de CV, mientras que la captura de 2003 es de Amares SA de CV



maneiformis actualmente se extraen al menos 13 especies de invertebrados y peces (tabla 2). Este aspecto debe verse con precaución, ya que la sobre-explotación de los mantos naturales podría afectar otras pesquerías de la zona y ocasionar un impacto negativo en el ecosistema (Zertuche-González *et al.* 1995). Con excepción de la tortuga marina, no se han observado herbívoros

Copyrighted material

Tabla 2. Peso medio (g húmedos) y número de organismos de invertebrados y peces que fueron capturados en 22 días de la primavera (25 mayo al 28 de junio) de 2002, al cosechar los mantos naturales de *Gracilariopsis lemaneiformis* en Bahía Las Ánimas

Especie	Peso organismos extraídos día^{-1} 700 g^{-1}	Número organismos extraídos día^{-1} 700 g^{-1}
INVERTEBRADOS		
Cerithidea californica Haldeman	0.36	1,293
Bugula neritina Linnaeus	1.54	5,486
Platynereis bicanaculata Marenzeller	6.36	22,656
Portunus xantusii Stimpson	2.09	7,448
Palaemon macrodactylus Rathbun	1.77	6,315
Aplysia californica Cooper	0.18	648
Membranipora membranacea Linnaeus	0.54	1,924
Caprella californica Stimpson	1.36	4,858
Bulla gouldiana Pilsbry	0.04	321
Nassarius bailyi Pilsbry y Lowe	0.13	486
Copépodos	0.50	1,781
Tubo de turbelario	0.04	162
PECES		
Hypsoblennius gentiles Eschmeyer y Herald	0.13	486

importantes sobre los mantos de algas. La mayor parte de la biomasa de los mantos termina en "arribazones" en las playas circundantes, durante el otoño. La tortuga marina *Chelonia mydas agassizii* Bocourt se alimenta principalmente de pastos marinos durante su estancia en el Pacífico Mexicano (Seminoff *et al.* 1998, 1999). Sin embargo, su dieta en la región de BLA la constituyen principalmente macroalgas (debido a la escasez de pastos), incluyendo algunas especies con valor comercial, como *Gracilariopsis* sp. (69%), *Chondracanthus* sp. (9%), *Codium* sp. (5%), *Sargassum* sp. (3%). *Chaetomorpha* sp. (3%) y *U. lactuca* (3%) (ver tabla 2 y Seminoff *et al.* 1997). La sobreexplotación de algunos recursos algales podría poner parcialmente en riesgo la fuente alimenticia de la tortuga *C. mydas agassizii* en esta zona. Sin embargo, los niveles de explotación de macroalgas que actualmente se mantienen en el golfo son aún muy bajos con relación a la biomasa disponible. Estudios recientes demuestran también un incremento en la productividad de man-

Copyrighted material

tos comerciales, debido a la capacidad de regeneración manifiesta por las plantas después de ser cosechadas. Por ejemplo, un mismo manto del alga *G. lemaneiformis* puede ser cosechado hasta tres veces durante una temporada (Pacheco-Ruíz *et al.* 1999, 2003b).

La posibilidad de que otras macroalgas de BLA y sus alrededores pudieran ser aprovechadas comercialmente depende de su futuro uso potencial. En este sentido, Pacheco-Ruíz y Zertuche-González (1996c) mencionaron que en el GC existen al menos 55 especies con valor comercial, actual o potencial. Es interesante destacar que 44 de esas especies (80%) se localizan en la zona de estudio, lo cual ubica a BLA y sus alrededores como una zona importante, no sólo por su alta riqueza de macroalgas, sino por el número de especies con potencial comercial (tabla 3).

Tabla 3. Usos potencial y actual de las algas de importancia económica, localizadas en Bahía de los Ángeles y zonas aledañas: Alimento para animales (AA), Agricultura (Ag), Alimento humano (AH), Ficocoloides (Fi) y Medicina (Me) (ver Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996c)

Especie	Usos				
	AA	Ag	AH	Fi	Me
Chlorophyceaae					
Codium cuneatum	×		×		
Codium simulans	×		×		×
Ulva clathrata	×		×		
Ulva compressa	×		×		×
Ulva intestinalis	×		×		
Ulva lactuca	×		×		×
Ulva linza	×		×		×
Ulva prolifera	×		×		×
Ulva rigida	×		×		×
Phaeophyceae					
Colpomenia sinuosa		×		×	
Colpomenia tuberculata		×		×	
Dictyopteris undulada		×		×	
Dictyota dichotoma	×		×	×	×
Dictyota flabellata	×		×	×	
Hydroclathrus clathratus		×		×	

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 3. Usos potencial y actual de las algas de importancia económica, localizadas en Bahía de los Ángeles y zonas aledañas: Alimento para animales (AA), Agricultura (Ag), Alimento humano (AH), Ficocoloides (Fi) y Medicina (Me) (ver Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996c) *(continúa)*

Especie	Usos				
	AA	Ag	AH	Fi	Me
Padina durvillaei	×		×		
Sargassum johnstonii	×	×		×	×
Sargassum sinicola	×	×		×	×
Rhodophyceae					
Centroceras clavulatum					×
Ceramium pacificum				×	
*Chondracanthus johnstonii**				×	
Chondracanthus squarrulosus				×	
Chondracanthus tepidus				×	
Eucheuma uncinatum	×		×	×	
*Gelidium johnstonii**				×	
Gelidium pusillum				×	
Gracilaria crispata				×	
Gracilaria pachydermatica				×	
Gracilaria pacifica				×	
*Gracilaria pinnata**				×	
*Gracilaria rubrimembra**				×	
*Gracilaria subsecundata**				×	
Gracilaria textorii				×	
Gracilaria veleroae				×	
Gracilariopsis lemaneiformis				×	
Gymnogongrus johnstonii				×	
Hypnea johnstonii				×	
Hypnea pannosa				×	
Hypnea valentiae				×	
Jania adhaerens					×
*Laurencia johnstonii**	×		×	×	
Laurencia pacifica	×		×	×	
Pterocladiella capillacea				×	
Sarcodiotheca gaudichaudii				×	

*Especies endémicas del Golfo de California.

Copyrighted material

A pesar de lo anterior, es importante destacar que 95% de las especies de la tabla 6 no se pueden comercializar directamente ya que no existe la biomasa suficiente, y la única manera de poder usarlas sería mediante la implementación técnicas de cultivo particulares para cada especie.

De estudios previos y de los nuestros a lo largo de 19 años en el GC (1985–2004), queda claro que la presencia y abundancia de algas registradas cada año en el centro y norte del GC es muy variable (Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996a, b, 2002; Pacheco-Ruíz *et al.* 1999, 2003a, b). La variación en la presencia / ausencia de macroalgas es significativa, por lo que debe tenerse mucha precaución al considerar alguna especie de esta zona para extraerla con objetivos de explotación comercial, como ya lo indicaron Pacheco-Ruíz *et al.* (2002) y Pacheco-Ruíz y Zertuche-González (2002) en estudios previos para la región de BLA y sus alrededores.

De acuerdo a la información proporcionada en este trabajo, el área de BLA y sus alrededores parece tener una doble necesidad, con dos objetivos que pueden contraponerse. La primera es conservar sus recursos algales, varios de ellos muy importantes por ser endémicos del GC; y la segunda es el aprovechamiento de especies que por su alta productividad son o pueden ser sujetos de cosecha comercial (cinco especies, tabla 1). La realización de estudios interdisciplinarios con elementos científicos y socioeconómicos ayudaría a armonizar el posible conflicto entre la conservación y el uso de los recursos de esta zona del Golfo de California rica en algas.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por proyectos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC-0524) y del PROMEP (8316). Agradecemos a la industria privada Amares SA de CV por su apoyo en la obtención de muestras y a los revisores anónimos por sus invaluables sugerencias para mejorar este capítulo de libro. También se agradece el apoyo de COFAA y EDI-IPN; así como de la UABCS y la UNISON.

Copyrighted material

Resumen

En este capítulo se recopiló información sobre la vegetación de macroalgas marinas en Bahía de los Ángeles y sus alrededores. La zona tiene una alta diversidad algal, con 231 especies: 26 (11%) Chlorophyta, 33 (14%) Phaeophyta y 172 (74%) Rhodophyta. Del total de especies, 49 (21%) son endémicas del Golfo de California, y de ellas 5 (2.2%) se registraron como exclusivas de la zona peninsular, 18 (7.8%) habitan sólo en las islas y 28 (12.1%) se localizaron en ambas zonas. Una especie (*Gracilariopsis lemaneiformis*) se cosecha y 44 tienen potencial comercial. Ocho especies, incluyendo una Chlorophyta (*Valoniopsis hancockii*) y siete Rhodophyta (*Apoglossum punctatum*, *Cryptonemia opuntioides*, *Entocladia condensata*, *Phycodrys amplissima*, *Platoma abbottianum*, *Rhodoglossum diffusum* y *R. digitatum*) son endémicas exclusivas de la zona de estudio (3.5%). Los registros mundiales de seis de esas especies se restringen a las islas circundantes de Bahía de los Ángeles. Un análisis estacional de la flora mostró una relación inversa entre la temperatura y la biodiversidad. Se presentó un mayor número de especies en primavera, cuando la temperatura es baja, y el menor número de especies en otoño, cuando la temperatura es alta. La gran mayoría de especies de la zona presenta historias de vida anual, ya que sólo 28 de ellas (12.1%) se han registrado en todas las estaciones del año. Las características especiales de la zona circundante a Bahía de los Ángeles resaltan la necesidad de armonizar las actividades de preservación y el uso racional de sus macroalgas marinas, mediante la aplicación de medidas de conservación sustentadas en la investigación científica.

Abstract

A compilation is presented of the information on marine macroalgae in the Bahía de los Ángeles and surrounding areas. This area shows a high diversity of algal species, with 231 classified species: 26 (11%) Chlorophyta, 33 (14%) Phaeophyta and 172 (74%) Rhodophyta. Of the total number of species, 49 (21%) are endemic to the Gulf of California, and five of them (2.2%) have been recorded exclusively in the peninsular area, 18 (7.8%) are found only around the islands and 28 (12.1%) are located in both zones.

Copyrighted material

One species (*Gracilariopsis lemaneiformis*) is currently harvested and 44 others have potential for commercial purposes. Eight species, including a Chlorophyta (*Valoniopsis hancockii*) and seven Rhodophyta (*Apoglossum punctatum*, *Cryptonemia opuntioides*, *Entocladia condensata*, *Phycodrys amplissima*, *Platoma abbottianum*, *Rhodoglossum diffusum* and *Rhodoglossum digitatum*) are exclusively endemic to the study area (3.5%). The world records for six of these species are restricted solely to the islands surrounding Bahía de los Ángeles. A seasonal analysis of the marine flora proved an inverse relationship between temperature and biodiversity. More species were present during the spring, when the temperature is lower, whereas fewer species were present during autumn, when the temperature is higher. Most species in the area show annual life histories, with only 28 species (12.1%) being registered throughout the year. The special characteristics of the area surrounding Bahía de los Ángeles highlight the necessity to harmonize preservation activities with the rational use of macroalgae species, by means of the application of conservation methods supported by scientific research.

Referencias

Aguilar-Rosas L, Aguilar-Rosas R, Mendoza-González AC, Mateo-Cid LE. 2000. Marine algae from the northern coast of Baja California, México. *Bot. Mar.* 43: 127–139.

Algaebase: Listing the world's algae.2004. http://www.algaebase.org.

Álvarez-Borrego S, Rivera JA, Gaxiola-Castro G, Acosta-Ruíz MJ, Schwartzlose RA. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Cien. Mar.* 5: 53–71.

Arellano-Carbajal F, Pacheco-Ruíz I, Correa-Díaz F. 1999. Seasonal variation in agar yield and quality of *Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) Dawson, Acleto *et* Foldvik, from the Gulf of California, Mexico. *Cien. Mar.* 25(1): 51–62.

Barilotti DC, Zertuche-González JA. 1990. Ecological effects of seaweed harvesting in the Gulf of California and Pacific Ocean of Baja California. *Hydrobiologia* 204–205: 35–40.

Cabello-Pasini A, Zertuche-González JA, Pacheco-Ruíz I. 2003. Photosynthesis, Growth and Nitrogen Uptake of Competing Marine Macrophytes In the Gulf of California. *Bot. Mar.* 46: 503–512.

Copyrighted material

Carrillo-Domínguez S, Casas-Valdez M, Ramos-Ramos F, Pérez-Gil F, Sánchez-Rodríguez I. 2002. Algas marinas de Baja California sur, México: Valor nutrimental. *Arc. Latinoam. Nutr.* 52(4): 400–4005.

Dawson EY. 1941. Field Observations on the algae of the Gulf of California. A Review of the genus *Rhodymenia* with descriptions of new species. *Allan Hancock Pac. Exp.* 3(7–8): 113–182.

Dawson EY. 1944. The Marine Algae of The Gulf of California. *Allan Hancock Pac. Exp.* 3(10): 189–454.

Dawson EY. 1948. Resultados preliminares de un reconocimiento de las algas marinas de la costa Pacífica de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* IX(3–4): 215–255.

Dawson EY. 1949. Studies of Northeast Pacific Gracilariaceae. *Occasional Pap. Allan Hancock Found.* 9: 1–105.

Dawson EY. 1950a. A review of *Ceramium* along the Pacific coast of North America with special reference to its Mexican representatives. *Farlowia* 4(1): 113–138.

Dawson EY. 1950b. Notes on Pacific Coast Marine Algae. IV. *Am. J. Bot.* 37(2): 149–158.

Dawson EY. 1950c. Notes on Pacific Coast Marine Algae V. *Am. J. Bot.* 37: 337–344.

Dawson EY. 1950d. Notes on Some Pacific Mexican Dictyotaceae. *Bull. Torrey Bot. Club* 77(2): 83–93.

Dawson EY. 1953. Marine Red Algae of Pacific Mexico. Part I. Bangiales to Corallinaceae Subf. Corallinoideae. *Allan Hancock Pac. Exp.* 17(1): 1–238.

Dawson EY. 1960a. Marine Red Algae of Pacific Mexico Part 2 Cryptonemiales (cont.). *Allan Hancock Pac. Exp.* 17(2): 237–398.

Dawson EY. 1960b. Marine Red Algae of Pacific Mexico Part 3 Cryptonemiales, corallinaceae subf Melobesioideae. *Pac. Nat.* 2(1): 1–125.

Dawson EY. 1962. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 7. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae. *Allan Hancock Pac. Exp.* 26(1): 1–207.

Dawson EY. 1963a. Marine Red Algae of Pacific Mexico. Part 6. Rhodymeniales. *Nova Hedwigia* 5(3–4): 438–476.

Dawson EY. 1963b. Marine Red Algae of Pacific Mexico. Part 8. Ceramiales: Dasyaceae, Rhodomelaceae. *Nova Hedwigia* 6(3–4): 401–484.

Dawson EY. 1966. New Records of Marine Algae from the Gulf of California. *J. Arizona Acad. Sci.* 4: 55–66.

Dawson EY, Hollenberg GJ. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4. Gigartinales. Part 5. The genus *Polysiphonia*. *Pac. Nat.* 2(5–6): 191–375.

Copyrighted material

Espinoza-Avalos J. 1993. Macroalgas marinas del golfo de California. En: SI Salazar-Vallejo, NE González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO-CIQRO, México. Pp. 328–357.

Guzmán-del Próo SA. 1993. Prospección cuantitativa de bancos de *Eucheuma uncinatum* (Rhodophyta) en el Golfo de California, México. *Ciencia Pesquera* 10: 7–14.

Huerta-Múzquiz L, Mendoza-González AC. 1985. Algas marinas de la parte sur de la Bahía de La Paz, Baja California Sur. *Phytologia* 59: 35–57.

INEGI-DGG. 1999. Superficie de la República Mexicana por Estados. 12 Octubre de 2002. http://www.inegi.gob.mx/entidades/espanol/fentidades.html.

Littler MM, Littler DS. 1981. Intertidal macrophyte communities from Pacific Baja California and the upper Gulf of California: relatively constant *vs* environmentally fluctuating system. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 4: 145–158.

López-Acuña LM, Pacheco-Ruíz I, Hernández-Garibay E, Zertuche-González JA. 2002. Characterization of the carrageenan of *Chondracanthus pectinatus* (Rhodophyta: Gigartinales). *Cienc. Mar.* 28(3): 309–316.

Marín A, Casas M, Carrillo S, Hernández H, Monroy A. 2003. Performance of sheep fed rations with Sargassum *spp* sea algae. *Cuban J. Agricultural Sci.* 37(2): 119–123.

McCourt RM. 1984. Seasonal patterns of abundance, distributions, and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 74: 141–156.

Mendoza-González AC, Mateo-Cid LE. 1986. Flora marina bentónica de la costa noroeste del estado de Sonora, México. *Phytologia* 60: 414–427.

Norris JN. 1972. Marine algae from the 1969 cruise of ' Makrele' to the northern part of the Gulf of California. *Bol. Soc. Bot. México* 32: 1–30.

Norris JN. 1975. The Marine Algae of the Northern Gulf of California. Ph. D. Dissertation, Univ. of California, Santa Barbara. XX, 575 pp.

Norris JN. 1976. New Records of Marine Algae from the 1974 R/V Dolphin Cruise to the Gulf of California. *Smithson. Contrib. Bot.* 34: 1–22

Norris JN, Bucher KE. (1977). The genus *Platoma* (Gigartinales, Rhodophyta) with a description of *P. abbottiana* sp. nov. *J. Phycol.* 13(2): 155–162.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA. 1996a. Brown algae (Phaeophyta) from Bahia de Los Angeles, Gulf of California. *Hydrobiologia* 326/327: 169–172.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA. 1996b. Green algae (Chlorophyta) from Bahia de Los Angeles, Gulf of California. *Bot. Mar.* 39: 431–430.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA. 1996c. The commercially valuable seaweeds of the Gulf of California. *Bot. Mar.* 39: 201–206.

Copyrighted material

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA. 1999. Population structure and reproduction of the Carrageenophyte *Chondracanthus pectinatus* (Dawson) L. Aguilar y R. Aguilar in the Gulf of California. *Hydrobiologia* 398–399: 159–166.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA. 2002. Red algae (Rhodophyta) from Bahía de Los Angeles, Gulf of California, Mexico. *Bot. Mar.* 45: 465–470.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Cabello-Pasini A, Brinkhuis BH. 1992. Growth responses and seasonal biomass variation of *Gigartina pectinata* Dawson (Rhodophyta) in the Gulf of California. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 157: 263–274.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A, Blanco-Betancourt R. 1998. Distribution and quantification of *Sargassum* beds along the west coast of the Gulf of California, Mexico. *Bot. Mar.* 41: 203–208.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Correa-Diaz F, Arellano-Carbajal F, Chee-Barragan A. 1999. *Gracilariopsis lemaneiformis* beds along the west coast of the Gulf of California, Mexico. *Hydrobiologia* 398–399: 509–514.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A, Gálvez-Télles A, Blanco-Betancourt R, Zizumbo-Alamilla LE. 2000. Distribución y cuantificación de mantos de *Chondracanthus pectinatus* (Daw.) Aguilar L et Aguilar R, en la costa NW del Golfo de California. En: *Investigación para el Desarrollo Regional* Vol. II, SEP-CONACYT. Pp. 213–218.

Pacheco-Ruíz I, Becerril-Bobadilla F, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A, Gálvez-Télles A, Blanco-Betancourt R. 2001. El Niño 1997–98 y sus efectos sobre los grandes volúmenes de la "lechuga de mar" del Golfo de California. En: E Escobar-Briones, M Bonilla, A Badán, M Caballero, A Winckell (eds.), *Los efectos del fenómeno EL NIÑO en México 1997–1998*. CONACyT. Pp. 127–130.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A, Arroyo-Ortega E. 2002. Biomass and potential commercial utilization of *Ulva lactuca* (Chlorophyta, Ulvaceae) beds along the north-west coast of the Gulf of California. *Phycologia* 41(2): 199–201.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A. 2003a. Commercial exploitation of *Gracilariopsis lemaneiformis* in the Gulf of California. *Proc. Int. Seaweed Symp.* 17: 101–105.

Pacheco-Ruíz I, Becerril-Bobadilla F, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A, Gálvez-Télles A, Blanco-Betancourt R. 2003b. El Niño effects on beds of *Ulva lactuca* (L.) along the northwest coast of the Gulf of California. *Geofís. Int.* 42(3): 447–453.

Parker HS. 1974. The culture of the red alga genus *Eucheuma* in the Philippines. *Aquaculture* 3: 425–439.

Copyrighted material

Pedroche FF, Silva PC, Aguilar-Rosas LE, Dreckmann KM, Aguilar-Rosas R. 2005. Catálogo de las Algas Marinas Bentónicas del Pacífico de México. I. Chlorophycota. Mexicali, BC. México. UAM-Iztapalapa, UC, UABC, 135 pp.

Riosmena-Rodríguez R, Siqueiros-Beltrones DA, Anaya-Reyna G. 1998. New localities in the distribution of macroalgae for the Gulf of California. *Rev. Invest. Cient.* 8: (1–2) 21–30.

Riosmena-Rodríguez R, Woelkerling WJ, Foster MS. 1999. Taxonomic reassessment of rhodolith-forming species of *Lithophyllum* (Corallinales, Rhodophyta) in the Gulf of California, Mexico. *Phycologia* 38 (5):401–417.

Santelices B. 1989. Bases biológicas para el manejo de praderas de algas. En: B Santelices (ed.), Algas Marinas de Chile. *Universidad Católica de Chile*. Pp. 183–211.

Seminoff JA, Nichols WJ, Resendiz A. 1998. Diet composition of the black sea turtle *Chelonia mydas agassizii*, in the Central Gulf of California, Mexico. *Proc. Int. Sea Turtle Symp.* 17: 1–3.

Seminoff JA, Nichols WJ, Resendiz A, Galvan A. 1999. Diet composition of the black sea turtle *Chelonia mydas agassizii*, near Baja California, Mexico. *Proc. Int. Sea Turtle Symp.* 18: 1–4.

Setchell WA, Gardner NL. 1924. New Marine algae of the Gulf of California. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 12(4): 695–949.

Silva PC, Bansson PW, Moe RL. 1996. *Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean*. University of California Press. London, England, 1259 pp.

Stewart JG, Norris JN. 1981. Gelidiaceae (Rodhophyta) from the northern Gulf of California, Mexico. *Phycologia* 20(3): 273–284.

Zertuche-González JA. 1988. *In situ* life history, growth and carrageenan characteristics of *Eucheuma uncinatum* (Setchell and Gardner) Dawson from the Gulf of California. Ph D. Thesis, State Univ. New York, 162 pp.

Zertuche-González JA. 1990. Strategies for the continuous culture of non-perennial carregeenophytes from the Gulf of California, México. In: EC de Oliveira, N Kautsky (eds.), *Cultivation of seaweeds in Latin America*. Int. Found. Sci. 95–100.

Zertuche-González JA, García-Ezquivel Z, Brinkhuis BH. 1987. Cultivo en tanques exteriores del alga roja *Eucheuma uncinatum* del Golfo de California. *Cienc. Mar.* 13(2): 1–10.

Zertuche-González JA, Pacheco-Ruíz I, Soria-Mercado I. 1993. Carrageenan yield and properties of *Eucheuma uncinatum* (Setch. y Gard.) Daw. Cultured under natural conditions. *Hydrobiologia*. 260–261: 601–605

Copyrighted material

Zertuche-González JA, Pacheco-Ruíz I, González-González J. 1995. Macroalgas. En: W Fischer, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter, VH Niem (eds.), *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca Pacífico Centro-Oriental*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Vol. I. Pp. 9–82.

Zertuche-González JA, Galindo-Bect L, Pacheco-Ruíz I, Gálvez-Télles A. 2006. Time-space characterization of commercial species from the Gulf of California with the uses of a geographycal information system. *J. Appl. Phycol.* 18: 543-550.

Copyrighted material

Anexo 1. Algas verdes (Chlorophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Primavera, verano, otoño e invierno se indican como P, V, O e I, respectivamente. Especies endémicas registradas sólo en (@) la región peninsular, (*) la insular o en ambas (&). Cuando fue necesario, los nombres de las especies se actualizaron de acuerdo con Algaebase (2004; www.algaebase.org) y Pedroche et al. (2005). La lista de especies sigue el arreglo sistemático de Silva et al. (1996). (-) fecha de colecta no registrada. Las referencias y nombres de sitios son iguales para las tablas 1 al 3. Numeración de sitios corresponde a la de la figura 1

Especie	Referencia	Estación	Sitio
CHLOROPHYCEAE			
MICROSPORALES			
Chaetophoraceae			
Entocladia condensata Setchell y Gardner@	y	P	25
Entocladia mexicana Setchell y Gardner*	b	I	1
ULVALES			
Ulvaceae			
Ulva acanthophora (Kützing) Hayden, Blomster, Maggs, PC Silva, Stanhope y JR Waaland	b, c, ñ, o, r	P/V/I	8, 9, 17, 19
Ulva clathrata (Roth) C Agardh	o	P	2
Ulva compressa Linnaeus	ñ	P	25
Ulva intestinalis Linnaeus	o, r	P/V	1, 9, 17
Ulva lactuca Linneaus	ñ, r, t, y	P/V/I	3, 4, 16, 17, 25
Ulva linza Linnaeus	r	V	17
Ulva prolifera Müller	r	P/O/I	17
Ulva rigida C Agardh	c, o, r	P/ V	1, 17
CLADOPHORALES			
Cladophoraceae			
Chaetomorpha aerea (Dillwyn) Kützing	r	P	17
Chaetomorpha antennina (Bory de Saint-Vincent) Kützing	r	P/V/O/I	17
Cladophora albida (Hudson) Kützing	r	V	17
Cladophora graminea Collins	b, o	V/I	1, 7
Cladophora microcladioides Collins	r	P/ O/I	17

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. Algas verdes (Chlorophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Primavera, verano, otoño e invierno se indican como P, V, O e I, respectivamente. Especies endémicas registradas sólo en (®) la región peninsular, (*) la insular o en ambas (&). Cuando fue necesario, los nombres de las especies se actualizaron de acuerdo con Algaebase (2004; www.algaebase.org) y Pedroche et al. (2005). La lista de especies sigue el arreglo sistemático de Silva et al. (1996). (-) fecha de recolecta no registrada. Las referencias y nombres de sitios son iguales para las tablas 1 al 3. Numeración de sitios corresponde a la de la figura 1

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Siphonocladaceae			
Pseudostruvea robusta (Setchell y Gardner) Egerod@	r	P/V/I	17
Valoniaceae			
Valoniopsis hancockii Dawson*	b	I	1
Valoniopsis pachynema (Martens), Boergesen	b, o	P/I	1, 8
BRYOPSIDALES			
Bryopsidaceae			
Bryopsis pennata var. *minor* J Agardh	r	V/O	17
Derbesia marina (Lyngbye) Kjellman (Halicystis ovalis (Lyngbye) Areschoug	r	V/P	17
Caulerpaceae			
Caulerpa pinnata C Agardh	b	I	1
Caulerpa vanbosseae Setchell y Gardner	b	I	1
Codiaceae			
Codium amplivesiculatum Setchell y Gardner	b, ñ, o, r, w, y	P/V	1, 6, 8, 17, 20, 25
Codium brandegeei Setchell y Gardner&	b, ñ, y	P	1, 25
Codium simulans Setchell y Gardner	c, ñ, o, r, w, y	P/V/O/I	1, 2, 7, 8, 9, 12, 14, 17, 19,20,25
Halimedaceae			
Halimeda discoidea Decaisne	b	-	1

Copyrighted material

Anexo 2. Algas pardas (Phaeophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California

Especie	Referencia	Estación	Sitio
PHAEOPHYCEAE			
ECTOCARPALES			
Ectocarpaceae			
Ectocarpus gonodioides Setchell y Gardner	q, y	P/V	7, 17
Ishigeaceae			
Ishige sinicola (Setchell y Gardner) Chihara	b, c, ñ, o, q, y	P/V/I	1, 2, 9, 17, 18, 25
Ralfsiaceae			
Ralfsia pacifica Hollenberg	q	P/I	17
DICTYOTALES			
Dictyotaceae			
Dictyopteris undulada Holmes	ñ, o, y	P/V	1, 7, 9, 12, 18
Dictyota dichotoma (Hudson) Lamouroux	g, q, w	P/V/O/I	17, 19
Dictyota divaricada Lamouroux	o, q	P/V/O/I	7, 17
Dictyota flabellata (Collins) Secthell y Gardner	c, ñ, q, w	P/V/O/I	17, 19, 20
Dictyota johnstonii Setchell y Gardner	ñ	P	1, 25
Pachydictyon coriaceum (Holmes) Okamura	o, q	P/V/I	1, 9,17
Padina durvillaei Bory	b, c, g, ñ, o, q, w, y	P/V/O/I	1, 8, 9, 12 14, 17, 18, 19, 20, 25
Padina mexicana Dawson	q, w	P/V/O	17
CUTLERIALES			
Cutleriaceae			
Cutleria hancockii Dawson&	b, c, ñ, o, q	P/I	1, 2, 8, 17

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 2. Algas pardas (Phaeophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
CHORDARIALES			
Chordariaceae			
Haplogloia andersonii (Farlow) Levring	ñ	P	25
Myrionemataceae			
Compsonema immixtum Setchell y Gardner	y	V	18
Spermatochnaceae			
Nemacystus brandegeei (Setchell y Gardner) Kylin	ñ	P	1
SCYTOSIPHONALES			
Scytosiphonaceae			
Colpomenia bullosa (Saunders) Yamada	c, ñ, y	P/V/I	1, 17, 18, 25
Colpomenia phaeodactyla Wynne y J. Norris	o, q	P/ I	2, 9, 17
Colpomenia ramosa Taylor	q	P/I	17
Colpomenia sinuosa (Mertens ex Roth) Derbes y Solier	o, q, y	P/V/O/I	1, 2, 17, 25
Colpomenia tuberculata Saunders	b, c, ñ, o, q, w, y	P/I	1, 2, 8, 14, 17, 19, 25
Hapterophycus anastomosans Dawson	n	O	20, 23
Hydroclathrus clathratus (C. Agardh) Howe	q	P	17
Rosenvingea intricada (J. Agardh) Boergesen	b, o	P/I	1, 8
Rosenvingea sanctae-crucis Boergesen	p	P	1, 9
SPOROCHNALES			
Sporochnaceae			
Sporochnus bolleanus Montagne	o, q	P	1, 17
DESMARESTIALES			
Desmarestiaceae			
Desmarestia ligulata (Lightfoot) J.V. Lamouroux	b, o	P/I	1, 8
Desmarestia viridis (Müller) Lamouroux	b, o, q	P/I	1, 2, 9, 17
FUCALES			
Sargassaceae			
Sargassum brandegeei Setchell y Gardner	ñ	P	1, 25

Copyrighted material

Anexo 2. Algas pardas (Phaeophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas de la tabla 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Sargassum herporhizum Setchell y Gardner[&]	c, o, q	P/V/O/I	1, 7, 17
Sargassum johnstonii Setchell y Gardner	b, c, ñ, q, v, w, y	P/V/O/I	1, 5, 6, 15, 17, 20, 21, 24, 25
Sargassum lapazeanum Setchell y Gardner	ñ	P	25
Sargassum macdougalii Dawson[&]	b, o, q	P/V/O/I	1, 17, 18
Sargassum sinicola (Setchell y Gardner) Chihara	b, ñ, q, w	P/V/O/I	8, 17, 19, 20

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en la tabla 1

Especie	Referencia	Estación	Sitio
RHODOPHYCEAE			
BANGIOPHYCIDAE			
PORPHYRIDIALES			
Porphyridiaceae			
Stylonema alsidii (Zanardini) Drew	o, s,	P/V/I	1, 17
ERYTHROPELTIDALES			
Erythrotrichiaceae			
Erythrocladia irregularis Rosenvinge	h	I	8
BANGIALES			
Bangiaceae			
Bangia vernicularis Harvey	h	I	18
Porphyra pendula Dawson*	h	I	18
Porphyra thuretii Setchell y EY Dawson	c, h, ñ	P/I	1, 18

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1

Especie	Referencia	Estación	Sitio
FLORIDEOPHYCIDAE			
ACROCHAETIALES			
Acrochaetiaceae			
Acrochaetium crassipes (Boergesen) Boergesen	h	I	20
Acrochaetium subimmersum (Setchell y NL Gardner) Papenfuss	o	P	19
NEMALIALES			
Galaxauraceae			
Scinaia confusa (Setchell) Huisman	o, ñ, s,	P	1, 9, 17
Scinaia johnstoniae Setchell	b, c, ñ, o, s, y	P/V/I	1, 2, 8, 9, 12, 14, 17, 25
Scinaia latifrons MA Howe	b, ñ, o, s	P/V/I	1, 2, 8, 9, 12, 14, 17
GELIDIALES			
Gelidiaceae			
Gelidium decompositum Setchell y Gardner	h, ñ, o	P/V/I	7, 18, 20, 25
Gelidium johnstonii Setchell y Gardner&	b, ñ, o, s, y, z	P/V/I	1, 2, 8, 9, 12, 14, 17, 25
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis	b, h, z	P/I	1, 17, 18
Gelidium sonorensis Dawson	o	P	9
Pterocladiella capillacea (SG Gmelin) Santelices y Hommersand	s, y, z	P/V/O/I	17, 25
Pterocladiella caloglossoides (Howe) Santelices	z		17
Gelidiellaceae			
Gelidiella hancockii Dawson*	b, h, z	I	1, 8
Gelidiella refugiensis Dawson	z	-	1
GRACILARIALES			
Gracilariaceae			
Gracilaria crispata Setchell y Gardner	s, w	P/I	17
Gracilaria hancockii Dawson	b	I	1
Gracilaria megaspora (Dawson) Papenfus	o	P/V	1, 9, 17, 19

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Gracilaria pacifica Abbott	c, ñ, w	P	17, 20, 25
Gracilaria pachydermatica Setchell y Gardner	b, ch, o, w	P/I	1, 9, 17,
Gracilaria pinnata Setchell y Gardner&	o	P	1, 9, 12, 19
Gracilaria rubrimembra Dawson@	o	P	9
Gracilaria subsecundata Setchell y Gardner&	b, c, ch, ñ, s, y	P/O/I	1, 2, 8, 17, 25
Gracilaria tepocensis (Dawson) Dawson	b, k, o	P/V/I	1, 8
Gracilaria textorii (Suringar) De Toni	b, c, ch, ñ, o, s, y	P/V/O/I	1, 6, 7, 8, 9, 17, 18, 25
Gracilaria turgida Dawson	o, s,	P/I	17, 19
Gracilaria veleroae Dawson	b	I	2
Gracilariopsis lemaneiformis (Bory de Saint-Vincent) E.Y. Dawson, Acleto y Foldvik	b, ñ, s, u, y	P/V/I	8, 10, 17, 19, 19, 24, 26
BONNEMAISONIALES			
Bonnemaisoniaceae			
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-Léon	b, c, o, s, w	P/V/I	1, 2, 7, 8, 9, 12, 14, 17, 20
Bonnemaisonia hamifera Hariot	o, s	P/O	1, 8, 9, 12, 17
CRYPTONEMIALES			
Acrosymphytaceae			
Acrosymphyton caribaeum (J. Agardh) Sjöestedt	ñ	P	1
Dumontiaceae			
Dudresnaya colombiana Taylor	p	P	2, 8
Halymeniaceae			
Cryptonemia angustata (Setchell y Gardner) Dawson	s	O	17
Cryptonemia opuntioides Dawson*	n, o	O/V	12, 22
Grateloupia filicina (Lamouroux) C. Agardh	s	P	17
Grateloupia hancockii Dawson&	o	P	8, 19
Grateloupia howeii Setchell y Gardner	s	P	17
Grateloupia prolongata J. Agardh	i, o, s, y	P/V/I	1, 2, 9, 17, 18, 20, 25
Grateloupia versicolor (J. Agardh) J. Agardh	o	I	19, 25

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Grateloupia violacea (Setchell y Gardner) Dawson&	k, ñ, o, y	P/V	9, 17, 18, 25
Halymenia actinophysa Howe	b, i, o	P/V/I	1, 12, 17
Halymenia gardneri (Kylin) P. G. Parkinson	o, s,	P/V/O/I	14, 17
Halymenia templetonii (Setchell y Gardner) Abbott	o	V	7
Zanardinula abbreviata (Setchell y NL Gardner) J De Toni	b, c, i, o, s, w	P/O/I	1, 8, 9, 17, 19, 20
Prionitis cornea (Okamura) Dawson	w	-	17
Kallymeniaceae			
Kallymenia pertusa Setchell y Gardner&	o	P	2, 9
Pugetia mexicana Dawson&	ñ, o	P	1, 2, 8, 9, 25
Peyssonneliaceae			
Cruoriella fissurata Dawson	n	O	23
CORALLINALES			
Corallinaceae			
Amphiroa beauvoisii Lamouroux	b, h, o, s	P/V/O/I	1, 9 14, 17
Amphiroa misakiensis Yendo	s	O	17
Amphiroa valonioides Yendo	s	O	17
Amphiroa vanbossea Lemoine	o, s	P/V/O/I	9, 17
Corallina frondescens Postels y Ruprecht	b, s	P/V/O/I	1, 17
Heteroderma gibbsii (Foslie y Setchell) Foslie&	b, c, j s	P/V/O/I	1, 17
Jania adhaerens Lamouroux	b	I	8
Lithophyllum diguetii (Hariot) Heydrich	b	I	2
Lithophyllum lithophylloides Heydrich	b	I	1, 2
Lithophyllum margaritae (Hariot) Heydrich	x	V/I	7, 11, 13
Porolithon sonorense EY Dawson*	b, i	I	1, 8, 18
Pseudolithophyllum decipiens (Foslie) Steneck y Paine	j	P	17
GIGARTINALES			
Areschougiaceae			
Sarcodiotheca dichotoma (Howe) Dawson&	c, k, o	P/V/I	1, 12, 17

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Sarcodiotheca furcata (Setchell y Gardner) Kylin	o	P	1, 9
Sarcodiotheca gaudichaudii (Montagne) Gabrielson	b, k, o, s,	P/V/I	1, 2, 9, 12, 17
Sarcodiotheca taylorii Dawson	o	P/V	8, 12
Caulacanthaceae			
Taylorophycus laxa Taylor	ñ	P	1, 25
Dicranemataceae			
Dicranema rosaliae Setchell y Gardner	b	I	2
Gigartinaceae			
Chondracanthus acicularis (Roth) Fredericq	o, s	P/V	12, 17
Chondracanthus intermedius (Suringar) Hommersand	o	P	25
Chondracanthus johnstonii (EY Dawson) Guiry in Hommersand, Guiry, Fredericq y Leister[&]	b, k, ñ, o	P/I	1, 19, 25
Chondracanthus macdougalii (Dawson) Guiry[&]	o, s	P/I	1, 9, 17
Chondracanthus squarrulosus (Setchell y Gardner) Hughey, Silva y Hommersand[&]	b, c, f, k, ñ, o, s, y	P/V/O/I	1, 7, 8, 9, 17, 19
Chondracanthus tepidus (Hollenberg) Guiry	k, ñ, o, s	P/I	1, 9, 17, 20
Mastocarpus papillatus (C Agardh) Kützing	ñ	P	1
Rhodoglossum diffusum Dawson*	o	P	12
Rhodoglossum digitatum Dawson*	k	I	20
Hypneaceae			
Hypnea johnstonii Setchell y Gardner	b, w, y	P	6, 8, 17
Hypnea nidulans Setchell	b	I	8
Hypnea pannosa J. Agardh	b, k	I	1, 8
Hypnea valentiae (Turner) Montagne	ñ	P	1
Nemastomataceae			
Predaea masonii (Setchell y N.L. Gardner) De Toni fil.	o	P	1, 8, 14
Phyllophoraceae			
Gymnogongrus johnstonii (Setchell y Gardner) EY Dawson	c, f, ñ, o, s	P/V	1, 9,17, 19, 25
Petroglossum parvum Hollenberg	n	O	22

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Schizymeniaceae			
Schizymenia pacifica (Kylin) Kylin	ñ, s	P/V	17, 19
Platoma abbottianum JN Norris y Bucher*	A	P	2
Sebdeniaceae			
Sebdenia flabellata (J. Agardh) PG Parkinson	o	P/V	2, 7, 8, 12, 14
Sebdenia polydactyla (Boergesen) M Balakrishnan	p	P/V	2, 8, 12, 14
Solieriaceae			
Eucheuma uncinatum Setchell y Gardner&	b, c, k, ñ, o, s, w, y	P/V/O/I	1, 6, 8, 9 14, 17, 18, 19, 23, 25
RHODYMENIALES			
Champiaceae			
Champia parvula (C. Agardh) Harvey	b, o, s	P/V/O/I	1, 8, 17
Gastroclonium pacificum (EY Dawson) Chang y Xia	b, f, ll	P/I	8, 17
Lomentariaceae			
Lomentaria catenata Harvey	b, c, ll, ñ, o, s, y	P/V/I	1, 2, 8, 9, 17, 18
Lomentaria hakodatensis Yendo	b	I	1
Rhodymeniaceae			
Botryocladia hancockii Dawson&	o, s	P/V/I	2, 8, 17
Botryocladia pyriformis (Boergesen) Kylin	ñ	P	1
Botryocladia uvarioides Dawson&	o, s	P/V/O/I	1, 7, 8, 9, 12, 14, 17
Fauchea hoshawii Dawson*	o	P/V	14
Fauchea sefferi Howe*	o	V	7
Gloiocladia conjuncta (Setchell y Gardner) RE Norris&	ñ, o,	P	1, 8, 9
Rhodymenia arborescens Dawson	a, s	I	1, 17
Rhodymenia divaricata Dawson	a	I	2
Rhodymenia rosea Dawson	a	I	2

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas enel Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
CERAMIALES			
Ceramiaceae			
Anotrichium furcellatum (J. Agardh) Baldock	o	V/O	12, 14, 17
Antithamnion dendroideum GM Smith y Hollenberg	o, s	P/V/O/I	14, 17
Antithamnion kylinii Gardner	l	I	1
Antithamnionella spirographidis (Schiffner) Wollaston	ñ, o,	V/O	7, 12, 22
Callithamnion bisporum Dawson	s	P	17
Callithamnion paschale Boergesen	b, l, s	V/I	1, 17, 18
Centroceras clavulatum (C Agardh) Montagne	c, o, s	P/V/O/I	7, 17
Ceramium aduncum Nakamura	l	I	18
Ceramium affine Setchell y NL Gardner	b, l, o, s	P/V/I	1, 7, 12, 17
Ceramium bicorne Setchell y Gardner	y	V	18
Ceramium caudatum Setchell y Gardner	b, o,	P/I	1, 7, 12, 17
Ceramium clarionense Setchell y Gardner	d	I	18
Ceramiun fimbriatum Setchell y Gardner&	b, s	O/I	1, 8, 17
Ceramium flaccidum (Kützing) Ardissone	d, l	I	18, 20
Ceramium tenuicorne (Kützing) Waern	o	V	7
Ceramium horridum Setchell y Gardner&	b, s	P/I	1, 8, 17
Ceramium obesum (Collins) Kylin*	o	P	1
Ceramium pacificum (Collins) Kylin	ñ, s	P	1, 17
Ceramium paniculatum Okamura	o	P	25
Ceramium procumbens Setchell y Gardner	d, o, y	P/V	17, 18, 25
Ceramium recticorticum Dawson*	o	V	12
Ceramium serpens Setchell y Gardner	b	I	1
Ceramium sinicola Setchell y Gardner	b, o, s	P/V/I	1, 7, 17, 18, 25
Griffithsia multiramosa (Setchell y Gardner) Taylor	b, ñ	P/I	1, 2, 25
Anotrichium tenue (C. Agardh) Nägeli	b, s	V/O/I	1, 8, 17
Pleonosporium mexicanum Dawson *	l	I	18
Pterothamnion pectinatum (Kylin) Athanasiadis y Kraft	o, p	P	1, 8
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey	o, s, w	P/V	17, 25
Dasyaceae			
Dasya baillouviana (Gmelin) Montagne	b, m, o, s	P/V/O/I	1, 2, 9, 17, 18
Dasya sinicola (Setchell y Gardner) Dawson	m, ñ	P/I	1, 18, 19, 25

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Heterosiphonia erecta Gardner	o	V/O	7, 14
Delesseriaceae			
Apoglossum punctatum Dawson	n	O	22
Branchioglossum bipinnatifidum (Montagne) Wynne	o	P	8
Erythroglossum californicum (J. Agardh) J. Agardh	o	P	1, 8
Hypoglossum attenuatum Gardner&	b, l, ñ, o	P/V/I	1, 8, 9, 12, 17, 25
Myriogramme bombayensis Boergesen	e, o	V/I	12, 18
Myriogramme caespitosa Dawson	f, l, n, o, s	P/V/I	7, 8, 17, 18
Myriogramme divaricata Dawson&	b, o	P/V/I	1, 7, 8, 9, 12
Nienburgia andersoniana (J. Agardh) Kylin	ñ	P	25
Phycodrys amplissima Dawson&	o	P	8, 9
Phycodrys simplex Dawson*	b, l	I	1
Platysiphonia clevelandii (Farlow) Papenfus	o	I	1
Polyneurella hancockii Dawson	l	I	1
Sorella delicatula (N.L. Gardner) Hollenberg	o	V/O	7, 14
Sorella pinnata Hollenberg	l	I	1
Taenioma perpusillum (J. Agardh) J. Agardh	l	I	8
Rhodomelaceae			
Chondria acrorhizophora Setchell y Gardner	b, m, o, s	P/V/I	1, 8, 9, 17, 18
Chondria dasyphylla (Woodward) C. Agardh	s	P/V/O/I	17
Chondrophycus paniculatus (C. Agardh) G. Furnari	b, m, ñ, o, s, y	P/V/O/I	1, 8, 17, 18, 25
Chondrophycus papillosus (C. Agardh) Garbary y Harper	s	P/V/I	17
Digenea simplex (Wulfen) C. Agard	b	I	1
Herposiphonia spinosa Dawson@	m, s	P/O/I	17
Herposiphonia plumula (J. Agardh) Falkenberg	ñ	P	25
Laurencia estebaniana Setchell y Gardner&	ñ, o, s, y	P/O	1, 2, 7, 8, 9, 17
Laurencia johnstonii Setchell y Gardner&	m, ñ, o, s, w	P/V	1, 8, 17, 19, 20, 25
Laurencia pacifica Kylin	ñ, o, s	P/V	1, 7, 9, 12, 17,

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 3. Algas rojas (Rhodophyta) de Bahía de los Ángeles y sus alrededores, en el Golfo de California. Ver notas en el Anexo 1 *(continúa)*

Especie	Referencia	Estación	Sitio
Laurencia paniculata (C. Agardh) J. Agardh			
Lophosiphonia mexicana Dawson	b	I	8
Neosiphonia japonica (Harvey) M.S. Kim y I.K. Lee	o	P/V	12, 19
Neosiphonia tongatensis (Harvey ex Kützing) M. S. Kim y I. K. Lee	o	I	12, 25
Osmundea blinskii (Hollenberg y Abbot) Nam	w	-	17
Osmundea sinicola (Setchell y Gardner) Nam	m, o, s	P/V/I	1, 8, 17
Polysiphonia johnstonii Setchell y Gardner	b, k, ñ, o, s	P/O/I	1, 8, 9, 14, 17, 18, 19, 25
Polysiphonia pacifica Hollenberg	s	V/O	17
Polysyphonia simplex Hollenberg	b, k, s	I	8, 17, 18
Polysiphonia scopulorum var. *villum* (J. Agardh) Hollenberg	b, m	I	1, 8, 18
Pterosiphonia dendroidea (Montagne) Falkenberg	b, ñ, o	P/O/I	2, 14, 25

Referencias. a: Dawson 1941; b: Dawson 1944; c: Dawson 1948; ch: Dawson 1949; d: Dawson1950a; e: Dawson 1950b; f: Dawson 1950c; g: Dawson 1950d; h: Dawson 1953; i: Dawson 1960a; j: Dawson 1960b; k: Dawson y Hollenberg 1961; l: Dawson 1962; ll: Dawson 1963a; m: Dawson 1963b; n: Dawson 1966; ñ: Norris 1972; o: Norris 1975; p: Norris 1976; q: Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996a; r: Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996b; s: Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 2002; t: Pacheco-Ruíz *et. al.* 2002; u: Pacheco-Ruíz *et. al.* 1999; v: Pacheco-Ruíz *et. al.* 1998; w: Riosmena-Rodríguez *et. al.* 1998; x: Riosmena-Rodríguez *et. al.* 1999; y: Setchell y Gardner 1924; z: Stewart y Norris 1981: A: Norris y Bucher 1977.

Copyrighted material

Copyrighted material

8 *Vegetación terrestre*

Hem Nalini Morzaria-Luna y
Sergio A Barocio-León

Introducción

El Desierto Sonorense se extiende de los 25°N a los 35°N en áreas del sureste de California y suroeste de Arizona, en los Estados Unidos de Norteamérica, y en la mitad oeste de Sonora, en Baja California y Baja California Sur, México. En la Península de Baja California el desierto Sonorense cubre 62,670 km^2 (Turner y Brown 1994). Es una región árida subtropical que se caracteriza, como otras zonas desérticas, por una baja densidad de vegetación (Wiggins 1980, Delgadillo 1998). Los factores que influyen en la densidad de la cobertura vegetal son la precipitación anual, la temperatura más o menos constante a lo largo de la región, la uniformidad en la composición del substrato y la reducida influencia antropogénica (Delgadillo 1998). Por ejemplo, Bahía de los Ángeles (BLA) recibe una precipitación anual de 71.3 mm (Turner y Brown 1982). Las comunidades vegetales del Desierto Sonorense son diversas fisonómicamente y ricas en especies, y se distinguen de las de otros desiertos de Norteamérica por sus elementos arbóreos, cactáceas y plantas suculentas (Turner y Brown 1994, Delgadillo 1998).

La flora del Desierto Sonorense deriva de elementos subtropicales, sus afinidades se encuentran al sur, y su distribución es reciente (8–9 mil años antes del presente; Turner y Brown 1982). Gran parte del área al norte de esta

Copyrighted material

región era bosque dominado por especies como *Juniperus* y *Quercus*, que desaparecieron conforme disminuyó la frecuencia de las lluvias invernales y se desarrollaron condiciones de sequía durante el Holoceno temprano (Shreve y Wiggins 1964, Turner y Brown 1982).

Debido a la presencia abundante de arbustos, la vegetación dominante del Desierto Sonorense se subdivide en asociaciones locales de acuerdo a su flora (Goodall y Perry 1979). El corredor costero entre Punta La Asamblea y Punta San Francisquito comprende la subdivisión fitogeográfica Central del Golfo (Shreve y Wiggins 1964, Turner y Brown 1994). En la Península de Baja California, la región Central del Golfo se extiende a lo largo de una franja que se estrecha al Norte (28°9'N), y se extiende al sur (hasta Loreto, 26°N, o San Juan de Los Planes, 24°N según West y Nabhan 2002). Esta subdivisión incluye la mayoría de las islas del Golfo de California y también parte de Sonora, del Río Magdalena a la desembocadura del Río Yaquí (Wiggins 1980).

En Baja California, la región Central del Golfo presenta un substrato compuesto de roca volcánica y granítica (Wiggins 1980). La precipitación es escasa e irregular resultando en un crecimiento y florecimiento esporádicos de la vegetación (Coyle y Roberts 1975). Esta zona está influenciada por el clima cálido del golfo y las lluvias de verano, no hay influencia de los vientos oceánicos del Pacifico (Delgadillo 1998). Las temperaturas medias en el verano son las más altas de los desiertos de Norteamérica y las heladas son raras (Turner y Brown 1982). Debido a la aridez de la región, la productividad de las plantas terrestres es menor a 100 g m^{-2} $año^{-1}$, excepto en los años de lluvia intensa (como cuando se presentan eventos El Niño-Oscilación del Sur); en estos años la productividad puede alcanzar más de 1,000 g m^{-2} $año^{-1}$ por la germinación de plantas anuales (Polis 1991).

La vegetación de la región Central del Golfo se caracteriza por la heterogeneidad en su composición y la apertura del dosel (Turner y Brown 1982). Las especies principales son arbustos de *Jatropha cinerea* (sangregado), *Jatropha cuneata*, *Euphorbia* spp., *Fouquieria splendens* (ocotillo), *Larrea tridentata* (gobernadora), y pequeños árboles de *Cercidium microphyllum* (palo verde), *Bursera hindsiana* (torote prieto), cactáceas grandes como *Pachycerus pringlei* y varias especies de *Cylindropuntia* (cholla) y *Ferocactus* (Coyle y Roberts 1975, Wiggins 1980, Turner y Brown 1982). En esta zona se encuentran varios especies endémicas y de distribución restringida como

Copyrighted material

Fouquieria columnaris (cirio), *Euphorbia magdalenae* y *Lysiloma candidum* (palo blanco; Turner y Brown 1982).

Peinado *et al.* (1994) consideró que la región Central del Golfo en la Península de Baja California posee notables diferencias florísticas con respecto a la parte continental y por ello la designó como sector Angelino-Loretano, mientras que Shreve (1951) la designó como Desierto Sarcocaulescente para enfatizar la presencia de tallos suculentos. Distintos autores han clasificado la vegetación de la región Central del Golfo en series de acuerdo a las especies dominantes. Turner y Brown (1982) la dividieron en cuatro series: (1) torote-cardón (*B. hindsiana*, *Bursera Microphylla-P. pringlei*), (2) ocotillo-lomboy-gobernadora (*F. splendens-J. cuneata-L. tridentata*), (3) *Frankenia palmeri*, y (4) cactus-mezquite-chamizo (*Prosopis glandulosa–Atriplex* spp.). En Baja California, se presentan las series uno a tres, mientras que la cuatro es exclusiva de la región entre Emplame y Potam, Sonora. Delgadillo (1995) describe a la vegetación de la región como una sola serie, llamada *Burseretum hindsiano-microphyllae*.

La región Central del Golfo es poco conocida en cuanto a su riqueza florística, comparada con otras regiones de la península (Delgadillo 1998). El objetivo del presente trabajo es proporcionar un inventario florístico de la vegetación terrestre que se encuentra en el corredor costero entre Punta La Asamblea y Punta San Francisquito y analizar las amenazas que el futuro desarrollo turístico en la región puede involucrar para las comunidades vegetales. La información presentada busca ser útil para el monitoreo y manejo de los recursos botánicos de la zona, incluyendo cambios en la composición de la vegetación, y para medir el impacto de una mayor presencia humana.

Métodos

El área de estudio (fig. 1) comprende el corredor costero entre Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"W) y Punta San Francisquito. Se visitaron 14 localidades (tabla 1) en dos ocasiones: del 27 al 30 de septiembre de 2003 y del 23 al 27 de junio de 2004. En cada localidad se obtuvo la localización geográfica y se realizaron inventarios visuales de la vegetación vascular circundante, identificando los taxones *in situ* en la zona hasta los 200 m sobre el nivel medio del mar. Se recolectó un total de dos ejemplares por

Copyrighted material

especie, en distintas localidades. Los ejemplares de plantas fueron depositados en el Herbario BCMEX de la Universidad Autónoma de Baja California. Las recolectas de plantas fueron realizadas bajo el permiso 03474 otorgado el 5 de junio del 2003 por la Dirección de Vida Silvestre-SEMARNAT, con la autorización de la Dirección del Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios.

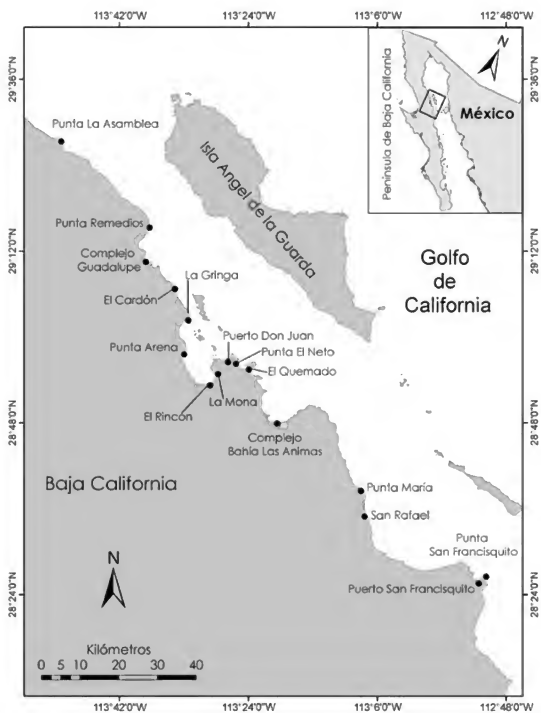
Tabla 1. Localidad, localización geográfica, y acrónimo de las áreas en las que se analizó la flora terrestre dentro del corredor costero entre Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"O) y Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76"O)

Localidad	Localización		Acrónimo
	Latitud N	Longitud O	
San Rafael	28°34'53.39"	113°07'48.23"	SR
Punta María	28°38'28.65"	113°08'19.15"	PM
Complejo Bahía de las Ánimas	28°47'54.70"	113°20'00.63"	BA
El Quemado	28°56'13.66"	113°25'43.79"	QU
Puerto Don Juan	28°56'27.37"	113°26'50.35"	DJ
La Mona	28°54'49.39"	113°28'15.59"	MO
El Rincón	28°53'13.95"	113°29'22.09"	RI
La Gringa	29°02'18.66"	113°32'25.29"	GR
Punta Arena	28°57'33.50"	113°32'56.68"	PA
El Cardón	29°06'42.00"	113°34'17.84"	CA
Complejo Guadalupe	29°10'28.21"	113°38'21.08"	GU
Punta Remedios	29°15'16.88"	113°37'46.91"	PR
Playa El Pescador (La Única)	28°55'24.86"	113°23'55.86"	PP
Puerto San Francisquito	28°25'31.62"	112°51'51.05"	PS

El análisis de la vegetación terrestre se llevó a cabo en conjunto con el estudio de los humedales del corredor costero y sus características bióticas, (capítulo 9 de este volumen). En el presente capítulo la discusión se enfoca a especies estrictamente terrestres. Los resultados se presentan siguiendo la clasificación taxonómica para familias de angiospermas producida por el Angiosperm Phylogeny Group (APG II 2003).

Copyrighted material

Figura 1. Localidades de muestreo de vegetación terrestre y humedales en el Corredor Costero Punta La Asamblea-Punta San Francisquito y en las islas de Bahía de los Ángeles



Copyrighted material

Resultados y discusión

Durante las prospecciones de campo en el corredor costero se identificaron 74 especies de 34 familias (Anexo 1). De estas, 16 especies son acuáticas, características de marismas, zonas ribereñas o de la transición humedal-terrestre y no se discuten a mayor detalle. Estas especies incluyen a *Pluchea sericea, Schoenoplectus americanus, Ruppia maritima, Salicornia bigelovii, Sarcocornia pacifica, Suaeda californica, Suaeda nigra, Arthrocnemum subterminalis, Allenrolfea occidentalis, Sesuvium portulacastrum, Batis maritima, Distichlis spicata, Distichlis palmeri, Monanthochloe littoralis, Frankenia salina* y *Frankenia palmeri*. Un análisis de los humedales del corredor costero puede consultarse en Morzaria y Danemann (capítulo 9 de esta obra) o en Danemann *et al.* (2005).

Entre las 58 especies de vegetación terrestre, seis se encuentran citadas como amenazadas en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES 1973), incluyendo *Euphorbia misera, Stenocereus gummosus, P. pringlei, Mammillaria dioica* y *Ferocactus gracilis*. Se registraron asimismo seis especies endémicas: *Cuscuta veatchii, Errazurizia* cf. *megacarpa, F. gracilis, Nicolletia trifida, Pachycormus discolor* y *Viscainoa geniculata* (Wiggins 1980). Una especie, *Suaeda californica*, está clasificada como críticamente en peligro (G1), y *Mammillaria dioica* y *Mentzelia hirsutissima* se consideran vulnerables (G3) de acuerdo al Global Heritage Status Rank desarrollado por The Nature Conservancy (NatureServe 2006). Asimismo, se encontraron especies de amplia distribución, como *Simmondsia chinensis* que se extiende desde el sur de California y Arizona hasta el centro de Baja California y, ocasionalmente, en la región de Los Cabos (Coyle y Roberts 1975).

Las especies más comunes, encontradas en por lo menos cuatro localidades dentro del corredor costero, fueron: *Acacia greggii, Atriplex barclayana* var. *sonorae, B. hindsiana, Fouquieria diguetii, J. cuneata, L. tridentata, Lycium californicum, P. pringlei, P. discolor, S. gummosus* y *V. geniculata*. Entre estas especies destaca la gobernadora (*L. tridentata*), que cubre grandes extensiones en el Desierto Sonorense y es una de las plantas más exitosas y conspicuas de la región (Pesman 1962). *Larrea tridentata* presenta numerosas adaptaciones a los rigores del Desierto Sonorense: puede sobrevivir años sin lluvia y los individuos crecen separados, lo que les permite utilizar la hu-

Copyrighted material

medad eficientemente; la resina de sus hojas previene la evaporación y refleja la luz para disminuir la temperatura de las hojas (Mabry *et al.* 1977).

Las familias con mayor número de representantes fueron: Asteraceae (7 especies), Cactaceae (9) y Fabaceae (6). La prevalencia de la familia Asteraceae puede deberse a que muchas de las especies que la componen ocupan nichos muy estrechos, los cuales son comunes en Baja California (Wiggins 1980). Existen 104 especies (129 taxa) de cactáceas en Baja California y su tasa de endemismo es de 71.3% (Rebman 2001). La mayor parte de las cactáceas presentan adaptaciones que les han permitido extenderse exitosamente en los hábitats áridos de la península, como la capacidad para almacenar grandes cantidades de agua en sus tejidos y liberarla lentamente en los períodos secos, así como cutículas que limitan la transpiración (Shreve 1951).

Las localidades en las que se halló una mayor diversidad de especies fueron San Rafael y Bahía Las Ánimas. Estas zonas presentan montes y pendientes rocosas (bajadas). Se ha encontrado una relación entre los gradientes del substrato en las bajadas y la vegetación, conforme se sube en la pendiente (aumentando el tamaño de partículas del substrato). Estos patrones también se atribuyen a gradientes de humedad (Goodall y Perry 1979). Asimismo, cuando aumenta la densidad de los arbustos también aumenta la densidad de las especies anuales, lo que se ha atribuido a la acumulación de materia orgánica en las bases de los arbustos (Flores-Martínez *et al.* 1998).

Detectamos la presencia de una especie invasiva: *Mesembryanthemum crystallinum*. La introducción de especies invasivas como resultado del incremento de la presencia humana en el corredor costero es un riesgo para las comunidades vegetales. Las especies invasivas constituyen un problema en todos los paisajes del Desierto Sonorense, incluyendo tierras agrícolas, llanuras y bordes de caminos, y amenazan cualquier terreno perturbado (West y Nabhan 2002, Chambers y Oshant s/a). Ya que se reproducen y esparcen rápidamente, las especies invasivas compiten con las especies nativas por agua, espacio y nutrientes, su valor como hábitat de fauna es menor y disminuyen la calidad del hábitat (Levine *et al.* 2003). El régimen de incendios forestales, el flujo de agua y la estética del paisaje también pueden ser alterados por estas especies (West y Nabhan 2002).

Mesembryanthemum crystallinum es una suculenta agresiva que acumula sales y presenta una tolerancia extrema a la salinidad y a la desecación (Cham-

Copyrighted material

bers y Oshant s/a). De acuerdo a West y Nabhan (2002), *M. crystallinum* reduce la riqueza de especies y la biomasa de los individuos en las áreas en las que crece. Cuando las plantas mueren, las sales cubren la superficie del suelo y previenen la germinación de otras especies. Los frutos de *M. crystallinum* probablemente puedan flotar de localidad a localidad (Vivrette y Muller 1977).

West (2002) y West y Nabahan (2002) identificaron siete especies invasivas de importancia en la región Central del Golfo incluyendo a *Malva parviflora*, *M. crystallinum*, *Opuntia ficus-indica*, *Sisymbrium irio*, *Sonchus oleraceus*, *Salsola tragus* y *Avena fatua*. Aunque en el presente trabajo no se detectó la presencia de estas especies, es necesario mantener una vigilancia constante para detectar poblaciones nuevas o en expansión pues es más fácil controlar a unos pocos individuos (Levine *et al.* 2003).

El corredor costero entre Punta La Asamblea y Punta San Francisquito, como otras zonas desérticas, presenta un clima que permite la realización de actividades al aire libre, por lo menos en una parte del año. En combinación con la presencia de la playa y su belleza natural, esta zona es una atractiva localidad para el desarrollo turístico (Danemann *et al.* 2005). En vista de esta posibilidad, es necesario considerar los posibles impactos y consecuencias del turismo para las comunidades de vegetación terrestre de la zona. Una de las principales amenazas para la vegetación es la presencia de vehículos de doble tracción y todo terreno (*All terrain vehicles* o ATVs). De acuerdo a numerosos estudios (ver Goodall y Perry 1981, y Webb y Wilshire 1983) el paso de los vehículos todo terreno altera la superficie del sedimento, compacta la capa superficial y el subsuelo, aumenta la susceptibilidad a erosión por viento y agua, y acelera la descomposición de la materia orgánica presente. Estos cambios en el substrato inhiben la germinación y establecimiento de plántulas, pues se reduce la penetración de las raíces. Las limitaciones en el desarrollo de las raíces resultan en una mayor demanda de agua, causando la muerte de la vegetación e incrementa la erosión. Para minimizar el impacto a la vegetación por el uso de vehículos doble tracción y todo terreno, debe limitarse su uso al mínimo posible o establecerse caminos específicamente definidos.

Otro riesgo para la vegetación terrestre en el corredor costero, es la recolecta y tráfico ilegal de plantas y semillas, particularmente de cactáceas. La Convención CITES regula el comercio e importación de las cactáceas; sin embargo todavía a principios y mediados de los años ochenta muchos de los

Copyrighted material

individuos reportados a CITES eran de origen silvestre (Fuller y Fitzgerald 1987). Las características geográficas del estado de Baja California, su extensión y aislamiento, la frecuente afluencia de turismo, la falta de vigilancia, así como la diversidad y alto número de especies endémicas, son condiciones que hacen atractiva y facilitan el tráfico ilegal de especies. En México es difícil cuantificar el tráfico ilegal de vida silvestre por lo amplio de la franja fronteriza que comparte con los Estados Unidos, el principal consumidor del mundo; así como por la enorme diversidad de especies demandadas por el mercado. Sin embargo, se estima que el tráfico de especies (flora y fauna) es la tercera en importancia entre las actividades ilícitas por los ingresos que genera, después del tráfico de drogas y armas (Peña-Jiménez y Neyra-González 1998).

Aunque actualmente existe mayor vigilancia y aplicación de las regulaciones sobre la exportación de cactáceas, y ya existen fuentes legales de plantas y semillas, aun subsiste el tráfico ilegal (Glass 1997, West 2002).

Es indudable que, conforme se desarrolle el turismo en el corredor costero, se incrementará el número de visitantes. El tipo y grado de impacto ambiental, y sus consecuencias sobre la vegetación nativa, dependerán de las políticas de manejo y su cumplimiento. Es importante remarcar que la vegetación terrestre puede constituir un recurso económico para la población local debido a su importancia etnobotánica (Nabhan 1985, Hodgson 2001). Encontramos 21 especies dentro del corredor costero que presentan propiedades medicinales, pueden consumirse como alimento, o tienen otros usos (Anexo 2). La conservación de los recursos botánicos del área es por tanto de importancia tanto por su papel en la productividad primaria, como por el hábitat que proveen a especies locales, y por sus usos potenciales.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada principalmente por el Acta para la Conservación de Humedales de Norteamérica, a través de la División de Conservación de Hábitat del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los EUA. Se recibieron apoyos adicionales de la David and Lucile Packard Foundation, Marisla Foundation, Sandler Family Supporting Foundation e Internacional Community Foundation. Fermín Smith colaboró en todos los aspectos del

Copyrighted material

trabajo de campo. La identificación de las plantas colectadas fue corroborada por P West, y P Nagler, E Glenn y R Brusca proporcionaron fotografías de algunos de los humedales estudiados. José María Beltrán, G Cordero y S Muñoz, del Centro de Pronatura de Información para la Conservación de (CPIC), y E Polanco, del Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos (CEDO), prepararon la cartografía utilizada en este trabajo. Una versión previa de este manuscrito fue revisada por AL Torres-Cobián, y J Rebman y J León-de la Luz proporcionaron comentarios que contribuyeron sustancialmente a mejorar la calidad de este capítulo.

Resumen

Se presenta un inventario florístico de la vegetación terrestre del corredor costero entre Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"W) y Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76" W), así como un análisis de las amenazas que el futuro desarrollo turístico en la región puede representar para las comunidades vegetales. Se visitaron 14 localidades en 2003 y 2004. Se identificaron 74 especies en 34 familias en las zonas circundantes a cada localidad, hasta los 200 m sobre el nivel medio del mar. La vegetación de esta zona es característica de la subdivisión fitogeográfica Central del Golfo del Desierto Sonorense. Las familias con mayor número de representantes fueron Cactaceae (nueve), Asteraceae (siete) y Fabaceae (seis). De las especies encontradas, destacan *Euphorbia misera*, *Stenocereus gummosus*, *Pachycereus pringlei*, *Mammillaria dioica* y *Ferocactus gracilis*, que están citadas como amenazadas en el Apéndice II de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas. También se registraron seis especies endémicas: *Cuscuta veatchii*, *Errazurizia* cf. *megacarpa*, *F. gracilis*, *Nicolletia trifida*, *Pachycormus discolor*, y *Viscainoa geniculata*. Se identificaron cuatro amenazas principales a la vegetación terrestre del corredor costero: el incremento en construcciones, la introducción de especies invasivas, el aumento en el uso de vehículos todo terreno, y el tráfico ilegal de plantas y semillas, particularmente cactáceas. Estos factores amenazan con cambiar la composición y función de la vegetación de Desierto Sonorense que se encuentra en esta zona. Conforme aumente el desarrollo turístico, serán necesarios una estrecha vigilancia y el manejo para prevenir sus efectos negativos.

Copyrighted material

Abstract

A floristic inventory is presented of the terrestrial vegetation found in the coastal corridor between Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"W) and Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76" W), as well as an analysis of the possible threats to the vegetation communities of the region posed by the future tourism development. Fourteen locations were visited between 2003 and 2004, where 74 species in 34 families were identified surrounding each location up to 200 m above sea level. The vegetation in the area is characteristic of the Central Gulf phytogeographic subdivision of the Sonoran Desert. The families with the highest number of representatives were Cactaceae (nine), Asteraceae (seven) and Fabaceae (six). Of the species identified, *Euphorbia misera*, *Stenocereus gummosus*, *Pachycereus pringlei*, *Mammillaria dioica* and *Ferocactus gracilis* are cited as threatened in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES) and are highlighted in this chapter. Six species were also registered as endemic: *Cuscuta veatchii*, *Errazurizia* cf. *megacarpa*, *F. gracilis*, *Nicolletia trifida*, *Pachycormus discolor* and *Viscainoa geniculata*. Four major threats to the terrestrial vegetation of the coastal corridor were identified: the increase in construction, the introduction of invasive species, the increase in the use of all-terrain vehicles and the illegal traffic of plants and seeds, particularly of cacti. These factors threaten to change the composition and function of the Sonoran Desert vegetation found in this area. As tourism activities increase, a more strict vigilance regarding the compliance of environmental policies will be necessary to strictly enforce adherence to management plans, in order to prevent the occurrence of negative effects in the future.

Referencias

APG II. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.*141: 399–436.

Chambers N, Oshant T. s/a. Plantas invasoras del desierto Sonorense. Sonoran Institute. Environmental Education Exchange. National Wildlife Foundation, Tucson, 60 pp.

Copyrighted material

CITES. 1973. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Signed at Washington, D.C. on 3 March 1973, www.cites.org.

Coyle J, Roberts NC. 1975. *A field guide to the common and interesting plants of Baja California*. Natural History Pub. Co., La Jolla, California, 206 pp.

Danemann G, Morzaria-Luna HN, Barocio S, Batche H, Casillas B, Castillo J, Gonzalez A, Muñoz S. 2005. Inventario de los Humedales del Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Reporte técnico no publicado, presentado al U.S. Fish and US Fish and Wildlife Service. Division of Habitat Conservation. Pronatura Noroeste, Dirección de Conservación en Baja California., Ensenada, Baja California, México, 45 pp.

Delgadillo J. 1995. Introducción al conocimiento bioclimático, fitogeográfico y fitosociológico del suroeste de Norteamérica (Estados Unidos y México). Tesis Doctoral, Alcalá de Henares, 566 pp.

Delgadillo J. 1998. *Florística y ecología del norte de Baja California*. UABC, Ensenada, Baja California, 407 pp.

Flores-Martínez A, Ezcurra E, Sanchez CS. 1998. Water availability and the competitive effect of a columnar cactus on its nurse plant. *Acta Oecol.* 19(1): 1–8.

Fuller D, Fitzgerald S. 1987. *Conservation and commerce of cacti and other succulents*. World Wild Fund, Washington, DC, 264 pp.

Glass C. 1997. Mexico takes steps against illegal extraction of cacti. *Br. Cactus Succulent J. 15*: 83–84.

Goodall D, Perry R. 1979. *Arid-land ecosystems: structure, functioning and management*. Volume 1. Cambridge University Press, Cambridge, 880 pp.

Goodall D, Perry R. 1981. *Arid-land ecosystems: structure, functioning and management*. Volume 2. Cambridge University Press, Cambridge, 605 pp.

Hodgson WC. 2001. *Food plants of the Sonoran Desert*. University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 313 pp.

Levine JM, Vila M, D'Antonio CM, Dukes J, Grigulis K, Lavorel S. 2003. Mechanisms underlying the impacts of exotic plant invasions. *Proc. R. Soc. Lond.* 270(1517): 775–781.

Mabry TJ, Hunziker JH, DiFeo DR (eds.). 1977. *Creosote bush : biology and chemistry of* Larrea *in New World deserts*. Dowden, Hutchinson, Halsted Press, Stroudsburg, Philadelphia, 284 pp.

Nabhan GP. 1985. *Gathering the desert*. University of Arizona Press, Tucson, Arisona.

NatureServe. 2006. NatureServe Explorer: An online encyclopedia of life. Version 5.0. en. NatureServe, Arlington, Virginia.

Copyrighted material

Peinado M, Alcaraz F, Delgadillo J, Aguado I. 1994. Fitogeografía de la península de Baja California, México. *An. Jardín Bot. Madrid* 51(2): 255–277.

Peña-Jiménez A, Neyra-González L. 1998. Amenazas a la biodiversidad. en: CONABIO (ed.), *La diversidad biológica de México: Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, DF. Pp. 157–181.

Pesman M. 1962. *Meet flora Mexicana. An easy way to recognize some of the more frequently met plants of Mexico as seen from the main highways*. Dale S. King. Six Shooter Canyon, Globe, Arizona, 278 pp.

Polis GA. 1991. *The ecology of desert communities*. The University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 456 pp.

Rebman J. 2001. Succulent diversity in Lower California, Mexico. *Cactus Succulent J.* 73(131–138.

Shreve F. 1951. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Publication 591, Carnegie Institution of Washington, Washington, DC, 192 pp.

Shreve F, Wiggins I. 1964. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Volume One. Stanford University Press, Stanford, California, 840 pp.

Turner R, Brown D. 1982. Sonoran desertscrub. Special Issue: Biotic Communities of the American Southwest-United States and Mexico. *Desert Plants* 4(1–4): 181–222.

Turner R, Brown D. 1994. Sonoran desertscrub. En: D Brown (ed.), *Biotic communities: Southwestern United States and northwestern Mexico*. University of Utah Press, Salt Lake City, Utah. Pp. 181–221.

Vivrette NJ, Muller C. 1977. Mechanism of Invasion and Dominance of Coastal Grassland by *Mesembryanthemum crystallinum*. *Ecol. Monogr.* 47(3): 301–318.

Webb R, Wilshire H. 1983. *Environmental effects of off-road vehicles. Impacts and management in arid lands*. Springer-Verlag, New York, 534 pp.

West P. 2002. Floral richness, phytogeography, and conservation on islands in Bahía de Los Angeles, Baja California, Mexico. Master of Science. The University of Arizona, Tucson, Arizona, 146 pp.

West P, Nabhan GP. 2002. Invasive plants. Their occurrence and possible impact on the Central Gulf Coast of Sonora and the Midriff Islands in the Sea of Cortés. En: B Tellman (ed.), *Invasive exotic species in the Sonora region*. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, Arizona. Pp. 92–111.

Wiggins I. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California, 1025 pp.

Copyrighted material

Anexo 1. Composición específica de la flora vascular registrada en el corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los códigos para cada localidad se detallan en la tabla 1. Se indican las especies observadas (x) y las especies recolectadas (+) y depositadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Baja California (BCMEX). También se señala si las especies son endémicas de Baja California (E); invasivas (I); están listadas en la NOM-059-ECOL-2001 (NOM)

Taxón	Listado
Liliopsida	
Agavaceae	
Hesperocallis undulata A Gray	G3, G4
Cyperaceae	
Schoenoplectus americanus (*Scirpus americanus*) (Pers.) Volk. ex Schinz y R Keller	G5
Poaceae	
Distichlis spicata (L.) Greene	G5
Distichlis palmeri (Vasei) Fassett	
Monanthochloe littoralis Engelm.	G4, G5
Magnoliopsida	
Aizoaceae	
Mesembryanthemum crystallinum L.	I
Sesuvium portulacastrum (L.) L.	G5
Amaranthaceae (Chenopodiaceae)	
Allenrolfea occidentalis (S Watson) Kuntze	G4
Arthrocnemum subterminale (*Salicornia subterminalis*) (Parish) Standl.	G5
Atriplex barclayana var. *sonorae* (Standl.) HM Hall y Clem.	
Atriplex californica Moq.	G4
Salicornia bigelovii Torr.	G5
Sarcocornia pacifica (*Salicornia virginica*) (Standley) AJ Scott	G5
Suaeda californica S Watson	G1
Suaeda nigra (Raf.) JF Macbr.	
Anacardiaceae	
Pachycormus discolor (Benth.) Coville	E
Asteraceae	
Amauria rotundifolia Benth.	E
Coreocarpus parthenioides Benth.	

Copyrighted material

como protegidas (Pr), amenazadas (A) o en peligro de extinción (P); citadas como amenazadas en el apéndice II (II) de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES); o enlistadas en el Global Heritage Status Rank (GHR) como aparentemente abundantes y extendidas (G5), poco comunes pero no raras (G4), vulnerables (G3), en peligro (G2) o críticamente en peligro (G1)

	Localidades												
BA	CA	DJ	GU	GR	MO	PA	PM	PP	PR	PS	RI	SR	QU
			×						×				
												+	
×				×	×	×					×		
×	×		×		×		×				+	×	
+		×	×	×	×						×	×	
										×			
							×			×	+	+	
+	×		×	×			×				×	×	×
+	×	×	×	×	×		×	×	×		×	×	×
×							×			×		+	
×							×					×	
×	×	×	×	×	×		×		×	×	×	×	×
×	×	×	×	×	×	×	×				×	+	×
			×		×		×					+	
×			×										
				×	×	×	×	×			×	×	
			×						×				
			×						×				

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. Composición específica de la flora vascular registrada en el corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los códigos para cada localidad se detallan en la tabla 1. Se indican las especies observadas (x) y las especies recolectadas (+) y depositadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Baja California (BCMEX). También se señala si las especies son endémicas de Baja California (E); invasivas (I); están listadas en la NOM-059-ECOL-2001 (NOM)

Taxón	Listado
Cucurbitaceae	
Echinopepon minimus (Kellog) S Watson	E
Euphorbiaceae	
Euphorbia misera Benth	II, G5
Argythamnia lanceolata (Benth.) Muell.-Arg.	G5
Jatropha cinerea (Ortega) Müll. Arg.	G5
Jatropha cuneata Wiggins y Rollins	G4
Pedilanthus macrocarpus Benth.	
Fabaceae	
Acacia greggii A Grey	G5
Astragalus magdalenae var. *niveus* (Rydb.)Barneby	
Cercidium microphyllum (Torr.) Rose y IM Johnston ex. IM Johnston	G5
Errazurizia cf. *megacarpa*	
Phaseolus filiformis Benth.	G5
Prosopis glandulosa var. *torreyana* (LD Benson) MC Johnst.	G5
Fouquieriaceae	
Fouquieria diguetii (Tiegh.) IM Johnst.	
Fouquieria splendens Engelm.	G5
Frankeniaceae	
Frankenia palmeri S Watson	G3G4
Frankenia salina (Molina) IM Johnst.	G3G4
Krameriaceae	
Krameria erecta Willd. ex JA Schultes	G5
Krameria grayi Rose y Painter	G5
Loasaceae	
Mentzelia hirsutissima S Watson	G3
Malvaceae	
Sphaeralcea ambigua A Gray	G4G5

Copyrighted material

como protegidas (Pr), amenazadas (A) o en peligro de extinción (P); citadas como amenazadas en el apéndice II (II) de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES); o enlistadas en el Global Heritage Status Rank (GHR) como aparentemente abundantes y extendidas (G5), poco comunes pero no raras (G4), vulnerables (G3), en peligro (G2) o críticamente en peligro (G1)

(continúa)

			Localidades										
BA	CA	DJ	GU	GR	MO	PA	PM	PP	PR	PS	RI	SR	QU
										×			
			×						×				
												+	
×								×					
					×		×	×		×	×	×	
										×			
+				×		×				×			
+										×			
×												+	
			×						×	×			
			×						×				
+							×					×	
				×	+	×	×	×			×	×	
			×						×	×			
+	×	×	×	×	×		×		×		×	×	×
					×								
										×			
+													
+													
×												+	

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. Composición específica de la flora vascular registrada en el corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los códigos para cada localidad se detallan en la tabla 1. Se indican las especies observadas (x) y las especies recolectadas (+) y depositadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Baja California (BCMEX). También se señala si las especies son endémicas de Baja California (E); invasivas (I); están listadas en la NOM-059-ECOL-2001 (NOM)

Taxón	Listado
Nicolletia trifida Rydb.	E
Perityle emoryi Torr.	G5
Pluchea sericea (Nutt.) Coville	G4, G5
Xylothamia diffusa (Benth) GL Nesom	
Bataceae	
Batis maritima L.	G4, G5
Boraginaceae	
Cryptantha barbigera (A Gray) Greene	G5
Cryptantha costata Brandegee	G4, G5
Heliotropium curassavicum L.	G5
Tiquila cuspidata (IM Johnst.) A. Richardson	
Phacelia scariosa Brandegee	
Burseraceae	
Bursera hindsiana Engl. In DC	
Bursera microphylla A Gray	G4
Cactaceae	
Cylindropuntia alcahes (FAC Weber) FM Knuth	
Cylindropuntia cholla (FAC Weber) FM Knuth	
Ferocactus gracilis HE Gates	E, II
Lophocereus schottii (Engelm) Britton y Rose	G4
Mammillaria dioica Brandegee	II, G3
Myrtillocactus cochal (Orcutt) Britton y Rose	
Pachycereus pringlei (S Watson) Britton y Rose	II
Stenocereus gummosus (Engelm. ex Brandegee) A Gibson y KE Horak	II
Capparaceae	
Wislizenia cf. *refracta*	
Convolvulaceae	
Cuscuta veatchii Brandegee	E

Copyrighted material

como protegidas (Pr), amenazadas (A) o en peligro de extinción (P); citadas como amenazadas en el apéndice II (II) de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES); o enlistadas en el Global Heritage Status Rank (GHR) como aparentemente abundantes y extendidas (G5), poco comunes pero no raras (G4), vulnerables (G3), en peligro (G2) o críticamente en peligro (G1)

(continúa)

					Localidades								
BA	CA	DJ	GU	GR	MO	PA	PM	PP	PR	PS	RI	SR	QU
			×						+			+	
×									+				
												+	
												+	
			+		×		×				×	×	
			×						+				
			×						×				
												+	
												+	
			×						+				
					×		×	×			×	×	
				×		×				×			
×				×		×		×		×		×	
×							×			×	×	×	
			×						×			×	
×										×		×	
			×						×				
×										×			
×							×	×		×	×	×	
×							×			×	×	×	
+													
			×						×				

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. Composición específica de la flora vascular registrada en el corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los códigos para cada localidad se detallan en la tabla 1. Se indican las especies observadas (x) y las especies recolectadas (+) y depositadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Baja California (BCMEX). También se señala si las especies son endémicas de Baja California (E); invasivas (I); están listadas en la NOM-059-ECOL-2001 (NOM)

Taxón	Listado
Onagraceae	
Camissonia californica (Nutt. ex Torr. y Gray) Raven	G4
Papaveraceae	
Eschscholzia minutiflora S Watson	G5
Potamogetonaceae	
Ruppia maritima L.	G5
Rhamnaceae	
Adolphia californica S Watson	G3G4
Ziziphus obtusifolia var. canescens (A Gray) MC Johnst.	G4G5
Rhizophoraceae	
Rhizophora mangle L.	Pr, G5
Santalaceae	
Phoradendron californicum Nutt.	G5
Sapindaceae	
Cardiospermum corindum L.	G5
Simmondsiaceae	
Simmondsia chinensis (Link) Schneid	G4
Solanaceae	
Lycium sp.	
Lycium californicum Nutt.	G4
Zygophyllaceae	
Larrea tridentata (DC.) Coville	G5
Viscainoa geniculata (Kellog) Greene	

Copyrighted material

como protegidas (Pr), amenazadas (A) o en peligro de extinción (P); citadas como amenazadas en el apéndice II (II) de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES); o enlistadas en el Global Heritage Status Rank (GHR) como aparentemente abundantes y extendidas (G5), poco comunes pero no raras (G4), vulnerables (G3), en peligro (G2) o críticamente en peligro (G1)

(continúa)

	Localidades													
BA	CA	DJ	GU	GR	MO	PA	PM	PP	PR	PS	RI	SR	QU
										×			
			×						×				
												×	
×													
+													
×					×						×	×	
+							×					×	
										×			
								×					
×													
					×		×	×		×	×	×	
×							×	×			+		
+				×	×	×	×	×			×	×	

Copyrighted material

Anexo 2. Especies con usos etnobotánicos encontradas dentro del corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Se señala su nombre común *(continúa)*

Especie	Nombre común
Acacia greggii	Uña de gato, palo chino
Atriplex californica	Chamizo
Bursera hindsiana	Torote prieto, torote, copal
Bursera microphylla	Torote colorado, torote, copal
Cercidium microphyllum	Palo verde, dipúa, dipuga
Cylindropuntia fulgida	Cholla de coyote, velas de coyote
Encelia farinosa	Incienso
Fouquieria splendens	Ocotillo

Copyrighted material

Uso

Las vainas se consumían frescas o se secaban para preparar harina [1]. Las semillas secas y molidas se utilizaban como un substituto del café [6].

Las raíces carnosas eran utilizadas como jabón. Las semillas eran recolectadas preparar pan o pinole [1, 2]. Las hojas jóvenes se consumían directamente, dando un sabor salado a la comida. Las cenizas de la planta se añadían a otros alimentos, incrementando su contenido mineral [1].

El polvo obtenido de la piel del fruto se utiliza para heridas bucales. La corteza molida se usaba como antiséptico, analgésico y antiprurítico. La corteza se utilizaba para curtir [6].

De sus hojas –pero principalmente de su tallo– se puede obtener el copal, que se quemaba en ceremonias religiosas. La corteza también se utilizaba para curtir y teñir [3]. Las semillas se consumían en tiempos de sequía. Las hojas se utilizan para tratar heridas o infecciones [1]. Un té de las ramas se utilizaba para dolor de estómago [6].

Las vainas y semillas son comestibles. Las semillas se consumían secas y molidas en pinole o hechas pan [1].

Las semillas se comían como harina o potaje. Sus frutos también podían ser consumidos [1].

Su madera exuda una resina fragante utilizada en ocasiones como incienso o como goma de mascar [3]. La resina también se utilizaba como analgésico, para tratar infecciones y dolor de cabeza [6].

Puede ser utilizada para construir bardas, techos, como alimento y para obtener cera [3]. Las semillas se utilizaban para fabricar harina [1]. Las flores pueden servir para aliviar la tos [5]. Sirve como substituto del jabón. De la cera de la corteza se obtenía un curtidor para piel. Se reportaba que el polvo de las raíces eliminaba la inflamación y la fatiga cuando se añadía al baño [6].

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 2. Especies con usos etnobotánicos encontradas dentro del corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Se señala su nombre común *(continúa)*

Especie	Nombre común
Hesperocallis undulata	Ajo silvestre
Jatropha cinerea	Lomboy blanco, torotillo
Jatropha cuneata	Matadora, sangregado
Larrea tridentata	Gobernadora
Lophocereus schottii	Senita, garambullo
Lycium californicum	Frutilla
Mammillaria dioica	Biznagita, viejita, llavina
Myrtillocactus cochal	Cochal

Copyrighted material

Uso

Alimento, se come cruda como la cebolla, rostizada, o cocida [1].

La savia se utilizaba para curar labios partidos, abrasiones o cortadas superficiales, hemorroides y para parar sangrados. También se utilizaba como remedio para verrugas, garganta irritada y úlceras. Se utilizaba para fabricar sombreros [6].

Las raíces tienen propiedades analgésicas y antisépticas, se utilizan para tratar el dolor de muelas, cataratas y llagas en la boca [1]. La corteza se utilizaba para curtir y teñir. Los tallos se utilizaban para tejer canastos [6].

Las excreciones de laca de sus tallos ––en realidad una secreción de un homóptero que parasita la planta– se utilizaban para arreglar cerámica, fabricar mosaicos, arreglar puntas de lanza y para hacer canastas a prueba de agua [3]. El té de las hojas y las ramas se utilizan para la tos y la gripe y tiene propiedades antisépticas. El te de las raíces se usa para curar las ulceras. La resina exudada en los nódulos de las ramas previene que las grasas y aceites se arrancien [4]. Podía utilizarse también para causar abortos [5]. Posee propiedades terapéuticas para el tratamiento de cálculos renales, infecciones urinarias, reumatismo, artritis, diabetes (inicia la liberación de glúcogeno e insulina), heridas, cáncer, infertilidad, parálisis y falla hepática [6].

Su fruto, semejante a la pitahaya dulce, se consumía fresco o se hacia jarabe. Los tallos se utilizaban para fabricar té que curaba las úlceras gástricas [4]. De los tallos se podía fabricar un veneno para peces [1].

Los frutos son comestibles en primavera [4].

Los frutos son comestibles [6].

Los frutos pueden ser consumidos frescos [1], en mermelada, dulces o utilizados para fabricar una bebida [6].

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 2. Especies con usos etnobotánicos encontradas dentro del corredor costero Punta La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Se señala su nombre común *(continúa)*

Especie	Nombre común
Pachycerus pringlei	Cardón
Pedilanthus macrocarpus	Candelilla
Phaseolus filiformis	Frijol, frijillo
Phoradendron californicum	Toji, chile de espino
Prosopis glandulosa var. *torreyana*	Mezquite amarillo, blanco
Simmondsia chinensis	Jojoba
Stenocereus gummosus	Pitahaya agria
Ziziphus obtusifolia var. *canescens*	Abrojo, papache

1. Hodgson WC. 2001. Food plants of the Sonoran Desert. University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 313 pp.
2. Balls E. 1962. Early uses of California plants. California Natural History Guides. Vol. 10. Univ. of California Press, Berkley, California, 103 pp.
3. Pesman M. 1962. Meet flora Mexicana. An easy way to recognize some of the more frequently met plants of Mexico as seen from the main highways. Dale S. King Six Shooter Canyon, Globe, Arizona, 278 pp.

Copyrighted material

Uso

Sus semillas se consumían tostadas enteras o molidas. Los frutos pueden ser consumidos frescos o cocidos. Los tallos se aplicaban a las heridas como analgésico y desinfectante y para promover la cicatrización. Seco se usaba en las fogatas, y para fabricar lanzas, corrales, rejas, paredes y camas [4] [1]. Con la fruta molida se elaboraba una bebida [6].

La planta se cocía para obtener cera y elaborar velas. La savia era utilizada para labios partidos, cortadas, y quemadas y provoca severa diarrea [6].

Las flores y las semillas son comestibles [1].

Sus frutos pueden ser consumidos crudos o cocidos. Las hojas y frutos se pueden cocer para preparar una pasta que cura los abscesos [4].

Las vainas eran consumidas frescas, secas o molidas en harina [1]. La resina disuelta en agua se utilizaba para hacer gárgaras y aliviar la gargantas irritada [5].

Posee nueces grandes ricas en aceite, que eran consumidas sin mayor preparación por los habitantes indígenas. Las semillas también se utilizaban para preparar una bebida semejante al chocolate [2]. Se usaba en té para tratar los problemas estomacales y el reumatismo. Su aceite se utiliza para tratamiento de cabello, en cosméticos y en una variedad de usos comerciales e industriales [6].

Los frutos se consumían frescos o cocidos. De los tallos se podía fabricar un veneno para peces [1].

Los frutos se consumían frescos, cocidos o se utilizaban para hacer jarabe. De los tallos se podía fabricar un veneno para peces [1].

4. Coyle J, Roberts NC. 1975. A field guide to the common and interesting plants of Baja California. Natural History Pub. Co., La Jolla, California, 206 pp.
5. Kasbeer T. 1971. Flora of Baja Norte. La Siesta Press, Glendale, California, 36 pp.
6. Roberts NC. 1989. Baja California Plant Field Guide. Natural History Publishing Company. La Jolla, California, 309 pp.

Copyrighted material

Copyrighted material

9 *Humedales*

Hem Nalini Morzaria-Luna y
Gustavo D Danemann

Introducción

Los humedales son ecosistemas complejos que actúan como interfase entre los hábitats terrestres y los acuáticos (Lefeuvre *et al.* 2003). Son ambientes ricos en biodiversidad y altos en productividad que exportan grandes cantidades de nutrientes del medio marino (Valiela *et al.* 1978). Asimismo, fungen como zonas de desove, desarrollo y reclutamiento de invertebrados y peces (Halpin 2000), zonas de anidación para aves (Haig *et al.* 1998) y ofrecen servicios ambientales como el control de la erosión costera e inundaciones, la producción de recursos pesqueros, y como atractivo turístico (Ramsar Convention Secretariat 2004).

Paralelamente, los humedales costeros se encuentran entre los hábitats más amenazados por el desarrollo urbano y la construcción de marinas (Holland *et al.* 1995), por la contaminación urbana e industrial (Bowen y Valiela 2001, Bertness *et al.* 2002), y por el desarrollo acuícola (Páez-Osuna *et al.* 2003), entre otros. La degradación y la conversión de humedales a otros usos han llevado a una disminución en su área y a una pérdida de sus funciones ecológicas (Contreras-Espinosa y Warner 2004). La aceptación de la importancia socioeconómica y ecológica de los humedales en países en desarrollo no ha detenido su degradación y destrucción (Amezaga y Santamaria 2000).

Copyrighted material

En México se estima que los humedales costeros cubren 1,567,300 ha, que en su mayor parte han sido afectadas por las actividades humanas. En algunos casos las alteraciones son mínimas, mientras que en otros éstos han sido reducidos a ecosistemas no funcionales (Contreras-Espinosa y Warner 2004).

En este marco, los humedales del norte del Golfo de California (al norte de 28°N) presentan un panorama contrastante. Mientras que los humedales ubicados sobre la costa de los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, y en el Alto Golfo de California, presentan impactos antropogénicos variables (ver, por ejemplo, Getches 2003, Páez-Osuna *et al.* 2003, Brusca y Bryner 2004), los ubicados en la costa de Baja California, entre 29°30'–28°N, se encuentran en buen estado de conservación aunque amenazados por el incipiente desarrollo costero de la zona (FONATUR 2001). Excepto por los humedales del estuario del Río Colorado (Glenn *et al.* 1996, Glenn *et al.* 2001), los humedales del norte del Golfo de California han sido poco estudiados.

Este capítulo presenta un primer diagnóstico y caracterización de los humedales localizados en el corredor costero que se extiende entre Punta La Asamblea y Punta San Francisquito (CCLASF) y en las islas de Bahía de los Ángeles (BLA), sobre la costa oriental de Baja California. El objetivo de este trabajo es presentar un análisis del papel ecológico de estos ecosistemas y su importancia regional, así como las consideraciones generales para su aprovechamiento y conservación. El entendimiento de la fauna, la flora y las condiciones ambientales en estos humedales es especialmente importante para futuras comparaciones entre localidades, para evaluaciones de los impactos ambientales producto de futuras obras de infraestructura y construcciones en la región, y por su potencial como sitios de referencia para la restauración de áreas costeras ya degradadas (Ibarra-Obando 1990, Zedler *et al.* 1999).

Métodos

El área de estudio (véase figura 1 del capítulo 8 de este libro) comprende el corredor costero entre Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"W) y Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76"W), y las islas dentro de BLA. Los humedales fueron localizadas utilizando el conocimiento local, fotografías aéreas (Nagler *et al.* 2004) y los datos presentados por Glenn *et al.*

Copyrighted material

(2006) y West (2002). Los humedales fueron recorridos en tres ocasiones, del 27 al 30 de septiembre de 2003, del 23 al 27 de junio de 2004 y del 13 al 17 de febrero de 2005. En cada localidad se registraron: (1) localización geográfica, perímetro y superficie de cada humedal por medio un geoposicionador satelital, determinando el límite de los humedales de acuerdo a la presencia de plantas adaptadas a condiciones hídricas; (2) el estado general de conservación, con base en la evidencia de impactos antropogénicos (construcciones, caminos, presencia de basura, ganado y modificaciones hidrológicas) y los futuros planes de desarrollo; (3) los usos humanos pasados y presentes; y (4) una caracterización general del tipo de humedal basada en sus características fisiográficas (presencia de un cuerpo lagunar, conexión directa con el mar, tipo de sedimento) y bióticas.

En 12 localidades (Punta Remedios, Enmedio, El Venado, La Gringa, El Rincón, La Mona, Las Ánimas Norte, Centro y Sur, Punta María, San Rafael, y Don Juan) realizamos una caracterización de la composición específica de la flora vascular, macroinvertebrados bentónicos, peces, aves, reptiles y mamíferos. Estas localidades fueron visitadas del 19 al 29 de abril de 2004. En cada uno de estos humedales realizamos inventarios visuales de la vegetación vascular circundante, identificando los taxones *in situ* y colectando dos ejemplares por especie. La colecta de plantas fue realizada bajo el permiso 03474 otorgado el 5 de junio de 2003 por la Dirección de Vida Silvestre-SEMARNAT, con la anuencia de la Dirección del APFF Valle de los Cirios; todos los ejemplares de plantas fueron depositados en el Herbario BCMEX de la Universidad Autónoma de Baja California. La lista florística fue actualizada después de la primera visita del 13 al 17 de febrero de 2005 pero no se recolectaron ejemplares adicionales. También se añadió la información presentada por West (2002), quien estudió la vegetación en las islas de BLA entre 1998 y 2001. Dentro de cada una de las 12 localidades también se determinó la composición de macroinvertebrados bentónicos (>1 cm) en núcleos de sedimento así como de los peces atrapados con diversas redes. Los especímenes retenidos fueron fotografiados y depositados en la colección científica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur. Se registraron las aves observadas en cada zona de humedal. Finalmente se observaron o se capturaron con trampas, identificaron y liberaron con vida mamíferos y reptiles. A los registros obtenidos se incorporaron las especies reportadas por Rodrí-

Copyrighted material

guez *et al.* (2004), quienes estudiaron los humedales Punta Arena, Punta La Gringa, Las Caguamas, La Mona y El Rincón, en junio y julio de 2004.

Caracterización de los humedales del Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, y de las islas del Archipiélago de Bahía de los Ángeles

Para este estudio se consideró a los humedales como "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Ramsar Convention Secretariat 2004). Los hábitats intermareales, coralinos y rocosos, también cubiertos por la Convención de Ramsar se describen por separado en esta obra.

De este modo identificamos 20 humedales sobre la costa peninsular y uno en Isla Coronado o Smith, que varían en tamaño entre 2.9 y 294.4 ha, y cubren una extensión total de 1,012 ha (tabla 1; fig. 1).

En general, los humedales del CCLASF pueden agruparse en tres categorías (tabla 1): esteros abiertos o semiabiertos (938.1 ha), lagunas o pozas hipersalinas cerradas (66.2 ha), y oasis o lagunas salobres (7.7 ha).

Los *esteros abiertos o semiabiertos* son estuarios negativos que difieren de los estuarios típicos porque el agua es hipersalina como resultado de la gran evaporación y el mínimo (o nulo durante la mayor parte del año) aporte de agua dulce (Lavín *et al.* 1998). Los esteros se componen de bajos lodosos, planicies de marea cubiertas de vegetación vascular halófila (marismas), marismas altas, y salitrales. Los bajos lodosos son producto de la acumulación de materia orgánica y sedimento (Ibarra-Obando 1990), y se encuentran tanto en la cabeza como en la boca de los esteros, quedando en ocasiones sólo un estrecho canal de marea. Estas zonas se cubren de agua mediante la fluctuación diaria de la marea y albergan una comunidad de plantas suculentas y perennes que excretan sal y que generalmente alcanzan una cobertura vegetal del 100%. Esta asociación rara vez excede los 50–60 cm de altura (Felger 2000). Presentan baja riqueza específica, y algunas de las especies dominantes son *Allenrolfea occidentalis*, *Batis maritima*, *Frankenia palmeri*, *Salicornia bigelovii*, *S.*

Copyrighted material

subterminalis, y *S. virginica* (apéndice 1). Aunque la mayoría de estas especies se distribuyen a lo largo de extensiones geográficas muy amplias, algunas son endémicas de la región, como es el caso de *Distichlis palmeri* (Felger 2000). En algunos de los esteros del CCLASF se encuentran parches de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), en lo que constituye el límite norte de su distribución (Pacheco-Ruiz *et al.* 2006). La marisma alta generalmente constituye la interfase entre el matorral costero, la vegetación desértica y las especies halófilas. En ocasiones la marisma alta está rodeada de salitrales o salinas donde se forman evaporitas intersticiales. Exceptuando a *R. mangle*, la marisma en esta zona comparte muchas especies de plantas con los humedales de la costa del Océano Pacífico de la Península de Baja California y con las marismas de California hasta los 34°N (Morzaria-Luna *et al.* 2004). En su mayoría, estos esteros tienen conexión directa al mar; sin embargo, los humedales de Punta María y Guadalupe Sur están aislados del océano por una barrera de cantos rodados. Las características fisiográficas y bióticas de estos dos esteros sugieren un flujo continuo de agua de mar por infiltración así como la entrada directa del mar durante pleamares extraordinarias y tormentas. Es posible que en algunos de los esteros se forme un manto acuífero mediante el agua de lluvia que se infiltra a través de las dunas, y por el aporte estacional de los ríos, como lo sugiere la presencia de especies con menor tolerancia a la sal en la base de las dunas y en la marisma alta (Glenn *et al.* 2006).

Las *lagunas* o *pozas hipersalinas cerradas* reciben un flujo de agua de mar intermitente a través de las barreras de canto rodado que las delimitan. Estos humedales están constituidos por una laguna que puede ser permanente o efímera y cuyo tamaño varía estacionalmente. La elevada salinidad en estos ambientes y los prolongados períodos de desecación permiten únicamente la existencia de tapetes microbianos, el "camarón de salmuera" *Artemia* sp., y comunidades vegetales dominadas por *Allenrolfea occidentalis* (Gul *et al.* 2001). Los tapetes microbianos son comunes en lagunas costeras hipersalinas donde la profundidad y el poco movimiento del agua crean un hábitat apropiado para su crecimiento (Stolz y Margulis 1984).

Finalmente, San Rafael es considerado como un oasis o laguna salobre ya que es el único humedal de la región que recibe una aporte constante de agua dulce. Es una laguna cerrada, alargada, de alrededor de 800 m de longitud, separada del mar por una barra arenosa. La laguna recibe agua de mar que se

Copyrighted material

filtra por debajo de la barra arenosa y, en el extremo opuesto, agua dulce de un manantial de agua subterránea artesiana. Esto provoca un gradiente de salinidad evidenciado por la presencia progresiva de plantas halófilas, vegetación salobre, y vegetación de agua dulce, como *Scirpus americanus* y *Pluchea sericea*, completamente diferente a la del desierto circundante. El fondo de la laguna está cubierto por *Ruppia maritima*, y presenta pocas especies marinas (apéndices 2 y 3). Estas características, y la composición de la avifauna residente y migratoria que lo utiliza (R Carmona com. pers.; apéndice 3), hacen a este humedal más similar a los pozos u oasis que rodean al Delta del Río Colorado en el Alto Golfo de California (Felger 1992, Zengel *et al.* 1995), que al resto de los humedales del CCLASF. La presencia de agua dulce y su vegetación asociada permite que este cuerpo de agua funcione, desde el punto de vista de la avifauna, como humedal costero y como oasis, alcanzando la máxima diversidad puntual de aves de toda la región (R Carmona com. pers.; apéndice 3).

Importancia ecológica en el contexto regional

La diversidad global de los esteros del CCLASF es alta en relación al resto de la línea de costa de la región. Esto se debe a su funcionamiento como hábitat de invertebrados durante diversas etapas de su crecimiento (Galindo-Bect *et al.* 2000, Calderón-Aguilera *et al.* 2003), o como área de paso e hibernación para aves migratorias (Eddleman *et al.* 1988. Fernández *et al.* 2001).

Los esteros juegan un papel particularmente importante en mantener la cadena trófica de las zonas costeras. Las marismas transfieren materia orgánica directamente al medio marino (Childers y Day 1990). Y contribuyen con sus microalgas a la productividad primaria (Thom 1984). Si bien no se han realizado estudios específicos en el CCLASF, en otras regiones se ha demostrado que existe una fuerte conexión entre la vegetación de las marismas y los consumidores a través de la producción y consumo de detritos (Kwak y Zedler 1997). Frente a los esteros El Rincón, Punta Arena y La Gringa se forman extensos mantos de macroalgas dominados por *Gracilariopsis lemaneiformis* y *Gracilaria robusta* (Pacheco-Ruíz *et al.* 1999), que constituyen un hábitat de alimentación crítico y refugio para la tortuga verde *Chelonia mydas* (Seminoff *et al.* 2002).

Copyrighted material

Tabla 1. Nombre, localización geográfica (centroide de cada humedal), área y clasificación de los humedales identificados en el Corredor Costero entre Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113 50'05.64" W) y Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76" W), y en las islas de Bahía de los Ángeles, Baja California, México. Para las localidades donde se analizó la composición específica de flora y fauna, se indica el acrónimo utilizado en las tablas correspondientes

Localidad	Localización		Superficie (ha)	Tipo de humedal			Acrónimo
	Latitud N	Longitud O		Estero	Laguna hipersalina	Laguna salobre	
San Rafael	28°34'53.39"	113°07'48.23"	7.7			×	SR
Campo de la Cooperativa	28°35'55.74"	113°07'56.63"	3.7	×			
Punta María	28°38'28.65"	113°08'19.15"	62.8	×			PM
Complejo Bahía de las Animas			483.6	×			LA
Norte	28°49'00.78"	113°21'39.46"	41.6	×			AN
Centro	28°47'52.80"	113°20'51.39"	147.6	×			AC
Sur	28°47'35.39"	113°19'07.22"	294.4	×			AS
Punta El Neto	28°56'50.46"	113°25'30.03"	5.9		×		
El Quemado	28°56'13.66"	113°25'43.79"	9.9		×		QU
Puerto Don Juan	28°56'27.37"	113°26'50.35"	6.6	×			DJ
La Mona	28°54'49.39"	113°28'15.59"	2.9	×			MO
El Rincón	28°53'13.95"	113°29'22.09"	135	×			RI
Muñoz	28°53'12.28"	113°31'24.72"	81.1	×			
Punta Arena	28°57'33.50"	113°32'56.68"	54.6	×			
Campo Roberton	29°02'16.67"	113°33"05.81"	10.1	×			
La Gringa	29°02'18.66"	113°32'25.29"	15.3	×			GR
El Cardón	29°06'42.00"	113°34'17.84"	21.3		×		CA
Complejo Guadalupe			80.67	×			GU
Guadalupe (Sur)	29°10'02.96"	113°37'33.30"	10.7	×			GS
En Medio	29°10'28.21"	113°38'21.08"	17.5	×			GE
El Venado	29°10'45.14"	113°38'37.00"	52.4	×			GV
Punta Remedios	29°15'16.88"	113°37'46.91"	25.3		×		PR
Las Caguamas	29°02'57.91"	113°30'18.99"	5.4	×			

[Copyrighted material]

Además del flujo de energía de los humedales hacia el medio marino, los humedales y playas arenosas del CCLASF tienen una función potencialmente importante como entradas de energía del ecosistema marino hacia el ecosistema del desierto (Polis *et al.* 1997). Es en estos ambientes costeros donde se acumula materia orgánica de origen marino (restos de algas, peces, invertebrados, aves y mamíferos marinos) que ingresa a la trama trófica del desierto como un subsidio de alimento alóctono para insectos, reptiles, aves y mamíferos terrestres (Polis y Hurd 1996, Anderson y Polis 1998, Rose y Polis 1998, Sánchez-Piñero y Polis 2000).

En el CCLASF los parches de *R. mangle* son pequeños y se encuentran en grupos aislados. Sin embargo, su presencia probablemente incremente las funciones ecológicas de estos humedales, dada la importancia de estas plantas como zona de alimentación, refugio para depredadores, y su habilidad hidrodinámica para retener larvas y juveniles inmigrantes (Chapman 1976, Sheridan y Hays 2003).

Las lagunas hipersalinas que se encuentran en el CCLASF tienen menor biodiversidad que la observada en las lagunas costeras del corredor o en el Estero San Rafael (apéndices 1, 2 y 3). Sin embargo, en estas localidades se encuentran abundantes tapetes microbianos que cubren el fondo y perímetro de la laguna. Desde un punto de vista ecológico, los tapetes microbianos son ecosistemas diversos (Visscher y Stolz 2005), altamente productivos y contribuyen significativamente a los ciclos biogeoquímicos (Pinckney y Paerl 1997, Visscher y Stolz 2005).

Si bien los humedales del CCLASF son relativamente pequeños en extensión, son importantes a nivel de cuenca hidrológica y regional, pues forman parte de una cadena de sitios que conecta a las localidades al norte (Bahía San Luis Gonzaga, Estero Percebú, Complejo La Ramada, y Delta del Río Colorado; Glenn *et al.* 2006) con las zonas de manglar al sur de la península (Whitmore *et al.* 2004). Las localidades de humedal distribuidas latitudinalmente sirven como corredores de dispersión, migración y descanso para muchas especies (Amezaga y Santamaría 2000) y tienen el potencial para convertirse en reserva de especies amenazadas o protegidas (Zedler 1982). Por este motivo, la conservación de los humedales del CCLASF debe de ir más allá de preservar sitios específicos, para enfocarse en el plano regional. La ventaja de conservar una cadena de sitios es que, si las condiciones no

Copyrighted material

son favorables para una especie en un área, existe otro humedal cercano que puede presentar mejores condiciones (Ibarra-Obando 1990).

La biodiversidad, funciones y servicios ecológicos prestados por los humedales del CCLASF refuerzan la importancia de su conservación y manejo adecuado. Es también importante considerar que la experiencia en otros países que han perdido grandes áreas de humedal ha demostrado que el reconstruir humedales degradados no sólo tiene un costo monetario muy alto, sino que la equivalencia de funciones ecológicas es difícil de alcanzar (Zedler 1995, Bakker *et al.* 2002).

Usos humanos y conservación

Los indígenas que habitaban la región visitaban los humedales costeros para recolectar moluscos (Ritter 1995) y utilizaban sus conchas como herramientas (Tyree 1998) y en la fabricación de ornamentos (Foster 1975). Estos grupos dejaron acumulaciones de conchas ("concheros") en los humedales y a lo largo de la costa, algunos de hasta un kilómetro de largo y varios centímetros de profundidad, que permiten conocer las preferencias culturales, uso histórico de materiales, y cambios en el medio ambiente (Schenck y Gifford 1952, Foster 1975). Por ejemplo, alrededor de la laguna hipersalina El Cardón, se encuentran numerosos concheros que contienen restos de almeja roñosa *Chione undatella*, almeja catarina *Argopecten ventricosus* y almeja voladora *Pecten vogdesi*, especies que no forman parte de la escasa fauna bentónica que habita este humedal en la actualidad (apéndice 1).

En los humedales del CCLASF se encuentran también evidencias de actividades humanas más recientes: instalaciones para producir sal (próximas al Estero Guadalupe), muelles y edificios en donde se procesaba cobre (ambos en las proximidades del Estero La Gringa), y restos de casas habitación (en los Esteros de Muñoz y Punta Arena). En el Estero de Bahía Las Ánimas Sur existen restos de un oasis donde operaba una ranchería hace más de 50 años. Este oasis y el manantial del Estero San Rafael fueron puntos vitales para nativos y viajeros, debido a la aridez de esta zona (Felger 2000, West 2002).

En la actualidad los humedales localizados dentro de BLA son utilizados para actividades turísticas de bajo impacto (campamentos, caminatas, observación de vida silvestre, natación, kayakismo). En el Estero Punta Arenas

Copyrighted material

y en Puerto Don Juan los habitantes del poblado colectan bivalvos para consumo doméstico. Alrededor de los humedales de Campo Robertón, Punta Arenas y El Rincón se han construido casas de ciudadanos estadounidenses que residen en BLA en forma permanente o temporal. En Bahía Las Ánimas Norte y en San Rafael se han establecido dos campamentos de pescadores. En Bahía Las Ánimas Centro se extrae el alga roja *Gracilaria* sp., que se seca al sol en tendederos rústicos construidos a orillas de esta bahía. El campo de la cooperativa, la barra de arena y la playa localizada al sur del Estero Las Ánimas Norte son sitios utilizado por turistas para acampar. En el resto de las localidades no se registra actividad humana relevante.

La mayoría de los humedales del CCLASF presentan un buen estado de conservación. En los censos realizados no se encontraron especies exóticas (apéndices 1, 2 y 3). *Mesembryanthemum crystallinum* L. (hielito) y *Chenopodium murale* L. (hierba del perro), dos plantas exóticas registradas por West (2002) en algunas islas de BLA, no fueron encontradas en ninguna de las localidades visitadas a lo largo del corredor costero. El principal impacto antropogénico que se registra en el área es ocasionado por los caminos que intersectan y dividen los humedales El Rincón, Punta Arenas, La Gringa, y Campo Robertón. Los caminos fragmentan las áreas de humedal, en ocasiones separando parches de diferentes tipos de hábitat (por ejemplo, separando la marisma alta de la planicie de inundación). Los caminos pueden modificar la hidrología del humedal y los patrones de sedimentación (Owen 1999), aumentar la orilla en parches de hábitat (Saunders *et al.* 2002), incrementar la mortalidad de organismos que cruzan el camino, así como facilitar la invasión de especies exóticas y el acceso humano a hábitats críticos (Findlay y Houlahan 1997). Otros impactos negativos en los humedales incluyen la acumulación de basura en algunos puntos dentro de BLA y la extracción no regulada de canto rodado para la construcción en el Estero La Gringa.

El CCLASF fue designado como Sitio RAMSAR el 27 de noviembre de 2005 e incluido como la localidad mexicana número 59 en la Lista de Humedales de Importancia Internacional conforme a la Convención RAMSAR (RAMSAR 2006). La Convención RAMSAR, firmada inicialmente en 1971 y ratificada por México en 1986, provee un marco para la cooperación internacional voluntaria para la conservación de los humedales. El territorio considerado en la designación de la CCLASF abarca todas las marismas, la-

Copyrighted material

gunas costeras, bajos lodosos, pozas y lagunas hipersalinas, playas arenosas, manglares, islas y arrecifes rocosos hasta una profundidad de 40 m, comprendidos entre el desierto central de Baja California y el sistema de alta productividad marina de la región de las Grandes Islas del Golfo de California.

En diciembre de 2004 Pronatura Noroeste promovió el establecimiento de una cadena de cinco servidumbres ecológicas (Gustanski y Squires 2000, Gutiérrez-Lacayo *et al.* 2003) sobre las propiedades privadas que rodean el Estero Guadalupe (Vargas *et al.* 2004b). Estos contratos limitan formalmente los usos y actividades en las 456 ha que rodean este humedal, asegurando la conservación de sus características bioecológicas más importantes sin afectar el régimen de propiedad de las mismas (Vargas 2004, Vargas *et al.* 2004a). Con esto, y por primera vez en México, un instrumento privado garantizó desde el punto de vista legal la conservación a perpetuidad de un humedal costero.

La Zona Federal Marítimo Terrestre ubicada entre Punta La Asamblea y Punta San Francisquito, y que incluye todos los humedales del CCLASF, forma parte del área natural protegida "Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes" (SEMARNAT 2007). Una vez decretada, el programa de conservación y manejo de esta área protegida deberá incluir al plan de manejo del sitio RAMSAR y apoyar en la regulación de las actividades que se realizan en estos humedales.

Amenazas para la conservación de los humedales

Las principales amenazas para la conservación de los humedales del CCLASF están representadas por los proyectos de desarrollo turístico públicos y privados promovidos para la zona costera de BLA por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), con el apoyo del Gobierno del Estado de Baja California (FONATUR 2001, SECTURE 2002, Vargas 2004). El proyecto "Mar de Cortés" (antes "Escalera Náutica del Mar de Cortés") propone la construcción de un centro náutico en BLA, como parte de una red de 24 marinas distribuidas en las costas del Golfo de California y el Océano Pacífico. Bahía de los Ángeles sería, además, un extremo del "puente terrestre" carretero que propone transportar embarcaciones desde Santa Rosaliita, en el Pacífico, directamente hasta el Golfo de California. Junto con el proyecto

Copyrighted material

náutico, se promueve el esquema de desarrollo aplicado por FONATUR en otras áreas de México: hotelería, campos de golf, fraccionamientos residenciales turísticos, caminos y urbanización. Este conjunto de obras afectaría en BLA los humedales de La Gringa, Robertón, Punta Arena, Muñoz, El Rincón, y La Mona, además del cuerpo principal de la bahía y, consecuentemente, las zonas de distribución del tiburón ballena y la tortuga verde en esta localidad (Amador-Buenrostro *et al.* 1991, Enríquez-Andrade *et al.* 2003).

Como parte de esta iniciativa, el 13 de mayo de 2004 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT) otorgó a la empresa sonorense Marina de los Ángeles SA de CV un título de concesión para dragar 3,018 m^2 en el humedal Punta Arena, con el propósito de construir y operar una marina para 800 embarcaciones (SCT 2004). Ante esto, la asamblea del Ejido Tierra y Libertad de BLA inició una serie de acciones legales a través de las cuales se logró la nulidad de dicha concesión (Lazcano 2004, Rivera 2004).

El aumento de actividades y la creciente presencia humana en Punta La Gringa, Don Juan y Punta Arena, podría traer otros impactos negativos, como destrucción de la vegetación por vehículos todo terreno (Hannaford y Resh 1999) y contaminación por basureros clandestinos y por fuentes no puntuales (Zedler y Leach 1998). Ya que la estructura del hábitat y las funciones de un humedal dependen de la hidrología local, los humedales son susceptibles a cualquier modificación en la cuenca, particularmente aquellas que afecten la cantidad y calidad de agua dulce que llega al estero (Ehrenfeld 2000). Por ejemplo, durante la época de lluvias los contaminantes acumulados en basureros, fugas de fosas sépticas y residuos de automóviles pueden ser acarreados hasta los humedales (Zedler y Leach 1998).

Usos potenciales compatibles con la conservación

Todos los humedales del CCLASF pueden ser utilizados en forma sustentable para la realización de actividades turísticas y recreativas de bajo impacto. Destacan el complejo Guadalupe, Punta Arenas, El Rincón, el complejo Las Ánimas, y San Rafael, los cuales presentan la mayor diversidad de fauna y flora (apéndices 1, 2 y 3).

En los esteros comunicados con el mar y con un flujo de mareas amplio (Guadalupe, Las Animas) es posible implementar actividades de cultivo de

Copyrighted material

moluscos bivalvos utilizando camas suspendidas (Gallo-Garcia *et al.* 2001). En Puerto Don Juan la batimetría y tipo de fondos permitirían el cultivo de bivalvos permanentemente sumergidos (Maeda-Martínez *et al.* 2001). En esta región se han realizado cultivos experimentales de ostión japonés (*Crassostrea gigas*) y almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) con buenos resultados (A Reséndiz com. pers.).

En los esteros del CCLASF se encuentra *Distichlis palmeri*, llamado comúnmente "trigo salado". Esta especie es común en el Delta del Río Colorado, donde se encuentran extensos monotipos con casi 100% de cobertura. Los granos de esta planta eran recolectados por las tribus indígenas y se utilizaban para fabricar harina, que se consumía usualmente como atole o pan (Felger y Moser 1985). Esta especie es potencialmente cultivable para consumo humano, ya que su contenido nutricional es comparable al del trigo (Tapia-López 1988). En el corredor costero es posible que esta especie se explote con fines artesanales o como parte de actividades ecoturísticas.

Otras especies como *Frankenia salina* y *S. bigelovii* tienen usos etnobotánicos, *F. salina* era conocida como yerba reuma y se utilizaba como un astringente leve para tratar la disentería y el cátarro (Roberts 1989). *Salicornia bigelovii* es comestible y sus cenizas se pueden utilizar como jabón; también se puede extraer aceite de sus semillas (Roberts 1989, Glenn *et al.* 1991).

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de S Barocio, H Batché y A González, quienes realizaron las colectas y la identificación de especies de plantas y fauna marina. Se agradece a C Rodríguez, C Amriz, J James, J Wallace, S Fisler, K Wick, M MacDonald, L Mongrue, M Butler y B Darner la importante información que aportaron sobre el valor biológico y la caracterización de los humedales ubicados en el interior de BLA, mientras que P West corroboró la identificación de plantas. La cartografía de este trabajo fue preparada por J Beltrán, G Cordero y S Muñoz, del Centro Pronatura de Información para la Conservación del Noroeste. Fermín Smith colaboró en todos los aspectos del trabajo de campo. Las fotografías aéreas de algunos de los humedales estudiados fueron proporcionadas por P Nagler, E Glenn y R Brusca. Esta investigación fue financiada principalmente por el Acta para la Conservación

Copyrighted material

de Humedales de Norteamérica, a través de la División de Conservación de Hábitat del Servicio de Vida Silvestre de los EUA. Se recibieron apoyos adicionales de David and Lucile Packard Foundation, Marisla Foundation, Sandler Family Supporting Foundation e International Community Foundation. Los comentarios de R Lindig-Cisneros, G de la Cruz, S Ibarra-Obando y M Sáenz contribuyeron a mejorar la calidad de este manuscrito.

Resumen

Entre septiembre de 2003 y febrero de 2005 se realizó una caracterización general de los humedales del corredor costero entre Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"W) y Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76"W), y en las islas de Bahía de los Ángeles mediante visitas a los sitios y revisión de la literatura disponible. En 12 localidades se caracterizaron las comunidades de plantas vasculares, macroinvertebrados, peces, aves, mamíferos y reptiles. Identificamos 21 humedales; dieciocho (938.1 ha) son esteros o estuarios negativos compuestos por bajos lodosos, planicies de marea cubiertas de vegetación vascular halófila (marismas), marismas altas y salitrales. En cuatro esteros se encontró *Rhizophora mangle* (mangle rojo), en lo que constituye el límite norte de su distribución. Cuatro humedales (66.2 ha) son lagunas hipersalinas caracterizadas por elevada salinidad y prolongados períodos de desecación. Una localidad, San Rafael (7.7 ha), es un oasis o laguna salobre que recibe agua dulce constantemente y se caracteriza por la presencia progresiva de plantas halófilas, vegetación salobre, y vegetación ribereña. Los humedales del corredor costero presentan un buen estado de conservación, sin presencia de especies invasoras y con mínimos impactos antropogénicos. El corredor costero en conjunto ha sido designado como un Humedal de Importancia Internacional de acuerdo a la Convención de RAMSAR. Mientras que los humedales ubicados en las islas de Bahía de los Ángeles están protegidos por el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California; en la zona costera, los humedales están siendo protegidos mediante la aplicación de instrumentos de conservación privada. La conservación y manejo de estos humedales debe tomar en cuenta su importancia como corredores biológicos, su función dentro del flujo energético entre los ecosistemas marinos y desérticos, y su aportación a la biodiversidad regional.

Copyrighted material

Estero Las Caguamas (Isla Coronado). Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo" - UABC. Autor: Enrique Fuentes

Copyright material

Manglar en Isla Coronado. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo" – UABC. Enrique Fuentes

Copyright Material

Humedal en Punta La Gringa. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo" - UABC. Autor: Inés Aramburo

Copyright Material

Estero San Rafael. Autor: Gustavo Danemann

Copyrighted material

Summary

Between September 2003 and February 2005, a general characterization was conducted of the wetlands in the coastal corridor between Punta La Asamblea (29°27'20.52"N; 113°50'05.64"W) and Punta San Francisquito (28°26'30.48"N; 112°50'47.76"W), including the islands of Bahía de los Ángeles, by means of field visits and a review of the available literature. In 12 locations, the communities of vascular plants, macroinvertebrates, fish, birds, mammals and reptiles were characterized. Twenty-one wetlands were identified, of which, 18 (938.1 ha) are esteros or negative estuaries composed of mud flats, tidal flats covered with vascular halophile vegetation or marsh, high marsh, or hypersaline flats. Four wetlands (66.2 ha) are hypersaline lagoons, characterized by high salinity and long periods of desiccation. The San Rafael location (7.7 ha) is an oasis or brackish water vegetation and halophyle plant vegetation. *Rhizophora mangle* (Red Mangrove) was found in four *esteros*, which constituted the northern limit of its distribution. The wetlands of the coastal corridor were found in a good state of conservation, without the presence of invasive species and showing signs of minimal anthropological impact. As a whole, the coastal corridor has been designated as a Wetland of International Importance under the RAMSAR Convention. While wetlands located on the islands of Bahía de los Ángeles are protected as part of the Area of Protection for Flora and Fauna of the Gulf of California, in the coastal zone wetlands are protected by private land conservation instruments. The conservation and management of these wetlands must consider the importance of biological corridors, their function inside the energetic flow between marine and desert ecosystems and their contribution of regional biodiversity.

Referencias

Amador-Buenrostro A, Serrano-Guzmán S, Argote-Espinoza M. 1991. Modelo de la circulación inducida por el viento en Bahía de Los Ángeles, BC, México. *Cienc. Mar.* 17(3): 39–57.

Copyrighted material

Amezaga JM, Santamaria L. 2000. Wetland connectedness and policy fragmentation: Steps towards a sustainable European wetland policy. Phys. Chem. Earth: B: Hydrol., *Oceans Atmos.* 25(7–8): 635–640.

Anderson WB, Polis GA. 1998. Marine subsidies of island communities in the Gulf of California: Evidence from stable carbon and nitrogen isotopes. *Oikos* 81(1): 75–80.

Bakker JP, Esselink P, Dijkema KS, van Duin WE, de Jong DJ. 2002. Restoration of salt marshes in the Netherlands. *Hydrobiologia* 478(1): 29–51.

Bertness MD, Ewanchuk PJ, Silliman BR. 2002. Anthropogenic modification of New England salt marsh landscapes. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99(3): 1395–1398.

Bowen JL, Valiela I. 2001. The ecological effects of urbanization of coastal watersheds: Historical increases in nitrogen loads and eutrophication of Waquoit Bay estuaries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58(8): 1489–1500.

Brusca R, Bryner GC. 2004. A case study of two Mexican biosphere reserves: The Upper Gulf of California and Colorado River Delta and the El Pinacate and Gran Desierto de Altar Biosphere Reserves. En: GC Bryner (ed.), *Science and politics in the international environment.* Rowman & Littlefield Publishers, Lanham, Maryland. Pp. 28–64.

Calderon-Aguilera L, Marinone SG, Aragon-Noriega EA. 2003. Influence of oceanographic processes on the early life stages of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in the Upper Gulf of California. *J. Mar. Syst.* 39(1): 117–128.

Chapman VJ. 1976. *Mangrove vegetation.* J. Cramer, Vaduz, 447 pp.

Childers DL, Day JW J. 1990. Marsh-water column interactions in two Louisiana (USA) estuaries: II. Nutrient dynamics. *Estuaries* 13(4): 404–417.

Contreras-Espinosa F, Warner BG. 2004. Ecosystem characteristics and management considerations for coastal wetlands in Mexico. *Hydrobiologia* 511(1): 233–245.

Eddleman WR, Knopf F, Meanly B, Reid F, Zembal R. 1988. Conservation of North American Rallids. *Wilson Bull.* 100(3): 458–475.

Ehrenfeld JG. 2000. Evaluating wetlands within an urban context. *Urban Ecosystems* 4(1): 69–85.

Enríquez-Andrade R, Rodríguez-Dowdell N, Zavala-Gonzalez A, Cardenas-Torres N, Vazquez-Hanckin A, Godinez-Reyes CR. 2003. Conservación y aprovechamiento sustentable del tiburón ballena a través del ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California. Reporte presentado a la Comisión Nacional de Areas Naturales Protegidas, Ensenada, BC, 130 pp.

Felger R. 1992. Synopsis of the vascular plants of Northwestern Sonora, Mexico. *Ecologica* 2(2): 11–44.

Copyrighted material

Felger RS. 2000. *Flora of the Gran Desierto and Rio Colorado of northwestern Mexico.* University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 673 pp.

Felger RS, Moser MB. 1985. *People of the desert and sea : ethnobotany of the Seri Indians.* University of Arizona Press, Tucson, Arizona, 435 pp.

Fernández G, de la Cueva H, Warnock N. 2001. Phenology and length of stay of transient and wintering Western Sandpipers at Estero Punta Banda, Mexico. *J. Field Ornithol.* 72(4): 509–520.

Findlay CS, Houlahan J. 1997. Anthropogenic correlates of species richness in Southeastern Ontario Wetlands. *Conserv. Biol.* 11(4): 1000–1009.

FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo). 2001. Proyecto Escalera Náutica del Mar de Cortés. Documento Básico. Fondo Nacional de Fomento al Turismo, México, DF, 59 pp.

Foster J. 1975. Shell middens, paleoecology, and prehistory: The case from Estero Morúa, Sonora, Mexico. *The Kiva* 41(2): 185–194.

Galindo-Bect MS, Glenn EP, Page HM, Fitzsimmons K, Galindo-Bect LA, Hernández-Ayón JM, Petty RL, García-Hernández J, Moore D. 2000. Penaeid shrimp landings in the upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fish. Bull.* 98(1): 222–225.

Gallo-García MC, García-Ulloa-Gomez M, Godinez-Siordia D, Rivera-Gomez K. 2001. Estudio preliminar sobre el crecimiento y sobrevivencia del ostión del Pacífico *Crassostrea gigas* (Thunberg 1873) en Barra de Navidad, Jalisco, Mexico. Univ. *Cienc.* 17(34): 83–97.

Getches DH. 2003. Impacts in Mexico of Colorado River management in the United States - A history of neglect, a future of uncertainty. En: H Díaz, B Morehouse (eds.), *Climate And Water: Transboundary Challenges In The Americas.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. Pp. 163–191.

Glenn EP, O'Leary JW, Watson MC, Thompson TL, Kuehl RO. 1991. *Salicornia bigelovii* Torr.: An oilseed halophyte for seawater irrigation. *Science* 251(4997): 1065–1067.

Glenn EP, Lee C, Felger R, Zengel S. 1996. Effects of water management on the wetlands of the Colorado River Delta, Mexico. *Conserv. Biol.* 10(4): 1175–1186.

Glenn EP, Zamora-Arroyo F, Nagler PL, Briggs M, Shaw W, Flessa K. 2001. Ecology and conservation biology of the Colorado River delta, Mexico. *J. Arid Environ.* 49(1): 5–15.

Glenn EP, Nagler P, Brusca R, Hinojosa-Huerta O. 2006. Coastal wetlands of the northern Gulf of California: inventory and conservation status. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* 16(1): 5–28.

Copyrighted material

Gul B, Weber DJ, Ajmal KM. 2001. Growth, ionic and osmotic relations of an *Allenrolfea occidentalis* population in an inland salt playa of the Great Basin Desert. *J. Arid Environ.* 48(4): 445–460.

Gustanski JA, Squires RH. 2000. *Protecting the land: conservation easements past, present, and future.* Island Press, Washington, DC, 566 pp.

Gutiérrez-Lacayo M, Bacmeister A, Ortiz-Martínez G, Ortiz-Reyes G, Montesinos-César J. 2003. *Herramientas legales para la conservación de tierras privadas y sociales en México.* Pronatura A.C., México, DF, 145 pp.

Haig SM, Mehlman DW, Oring LW. 1998. Avian movements and wetland connectivity in landscape conservation. *Conserv. Biol.* 12(4): 749–758.

Halpin PM. 2000. Habitat use by an intertidal salt-marsh fish: trade-offs between predation and growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 198: 203–214.

Hannaford M, Resh V. 1999. Impact of all-terrain vehicles (ATVs) on pickleweed (*Salicornia virginica* L.) in a San Francisco Bay wetland. *Wetlands Ecol. Manage.* 7(4): 225–233.

Holland CC, Honea J, Gwin SE, Kentula ME. 1995. Wetland degradation and loss in the rapidly urbanizing area of Portland, Oregon. *Wetlands* 15(4): 336–345.

Ibarra-Obando SE. 1990. Lagunas costeras de Baja California. *Ciencia y Desarrollo* 16(92): 39–49.

Kwak TJ, Zedler JB. 1997. Food web analysis of southern California coastal wetlands using multiple stable isotopes. *Oecologia Berlin* 110(2): 262–277.

Lavín MF, Godínez VM, Álvarez LG. 1998. Inverse-estuarine features of the Upper Gulf of California. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 47(6): 769–795.

Lazcano C. 2004. Amenazas sobre Bahía de los Ángeles y su entorno natural. en: *El Vigía*, Guaymas, Sonora. 12 de junio de 2004.

Lefeuvre JC, Laffaille P, Feunteun E, Bouchard V, Radureau A. 2003. Biodiversity in salt marshes: from patrimonial value to ecosystem functioning. The case study of the Mont-Saint-Michel bay. *C. R. Biol.* 326(Suppl 1): S125–S131.

Maeda-Martínez AN, Lombeida P, Freites L. 2001. Cultivo de pectinidos en fondo y en estanques. En: AN Maeda-Martínez (ed.), *Los moluscos pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura*. Editorial Limusa, México. Pp. 213–231.

Morzaria-Luna H, Callaway JC, Sullivan G, Zedler JB. 2004. Relationship between topographic heterogeneity and vegetation patterns in a Californian salt marsh. *J. Veg. Sci.* 15(4): 523–530.

Nagler PL, Glenn EP, Brusca R. 2004. *Photographic atlas of the Gulf of California wetlands.* University of Arizona, Tucson, Arizona.

Copyrighted material

Owen, C. 1999. Hydrology and history: land use changes and ecological responses in an urban wetland. *Wetlands Ecol. Manage.* 6(4): 209–219.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González J, Arellano-Carbajal F, Chee-Barragán A, Correa-Díaz F. 1999. *Gracilariopsis lemaneiformis* beds along the West Coast of the Gulf of California, Mexico. *Hydrobiologia* 398–399: 509–514.

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA, Meling-López AE, Riosmena-Rodríguez R, Orduña-Rojas J. 2006. El límite norte de *Rizophora mangle* L. en el Golfo de California. *Ciencia y Mar* X(28): 19–22.

Páez-Osuna F, Gracia A, Flores-Verdugo F, Lyle-Fritch L, Alonso-Rodríguez R, Roque A, Ruiz-Fernández A. 2003. Shrimp aquaculture development and the environment in the Gulf of California ecoregion. *Mar. Pollut. Bull.* 46(7): 806–815.

Pinckney J, Paerl HW. 1997. Anoxygenic Photosynthesis and Nitrogen Fixation by a Microbial Mat Community in a Bahamian Hypersaline Lagoon. *Appl. Environ. Microbiol* 63(2): 420–426.

Polis GA, Hurd SD. 1996. Linking marine and terrestrial food webs: Allochthonous input from the ocean supports high secondary productivity on small islands and coastal land communities. *Am. Nat.* 147(3): 396–423.

Polis GA, Anderson WB, Holt RD. 1997. Toward an integration of landscape and food web ecology: The dynamics of spatially subsidized food webs. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28(1): 289–316.

Ramsar. 2006. *The List of Wetlands of International Importance*. The Secretariat of the Convention on Wetlands (RAMSAR, Iran, 1971), Gland, Switzerland, 38 pp.

Ramsar Convention Secretariat. 2004. *The RAMSAR Convention manual: a guide to the Convention on Wetlands (RAMSAR, Iran, 1971)*. RAMSAR Convention Secretariat, Gland Switzerland, 75 pp.

Ritter EW. 1995. *Investigaciones de ecología social y cambios entre culturas prehistóricas en la región de Bahía de los Angeles, Baja California*. Instituto Nacional de Antropología e Historia, Mexicali, BC, 201–210 pp.

Rivera A. 2004. "Tierra y Libertad" contra marina. en: *El Vigía*, Guaymas, Sonora. 4 de junio de 2004.

Roberts N. 1989. *Baja California plant field guide*. Natural History Publishing Company, La Jolla, California, 309 pp.

Rodriguez C, Amriz C, James J, Wallace J. 2004. Evaluation of the abundance and diversity of five wetlands within Bahia de los Angeles, Baja California, Mexico, 13 pp.

Copyrighted material

Rose MD, Polis GA. 1998. The distribution and abundance of coyotes: The effects of allochthonous food subsidies from the sea. *Ecology* 79(3): 998–1007.

Sánchez-Piñero F, Polis GA. 2000. Bottom-up dynamics of allochthonous input: Direct and indirect effects of seabirds on islands. *Ecology* 81(11): 3117–3132.

Saunders S, Mislivets M, Chen J, Cleland D. 2002. Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great lakes Region, USA. *Biol. Conserv.* 103: 209–225.

Schenck W, Gifford E. 1952. Archeological sites on opposite shores of the Gulf of California. *Amer. Antiq.* 17(3): 265.

SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2004. Título de Concesión otorgado en favor de Marina de los Ángeles, S.A. de C.V., para usar y aprovechar bienes de dominio público de la Federación, consistentes en zona marítima para la construcción y operación de una marina, de uso particular, en Bahía de los Ángeles, Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. Secretaría de Comunicaciones y Transporte, Diario Oficial de la Federación, 74–81 pp.

SECTURE (Secretaría de Turismo del Estado de Baja California). 2002. Programa integral de desarrollo turístico para Baja California 2002–2007. Secretaría de Turismo del Estado de Baja California. Tijuana, Baja California, 115 pp.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2007. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biósfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, ubicada frente al Municipio de Ensenada, en el Estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación*. Martes 5 de junio, 2007.

Seminoff JA, Reséndiz A, Nichols WJ. 2002. Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 242: 253–265.

Sheridan P, Hays C. 2003. Are mangroves nursery habitat for transient fishes and decapods? *Wetlands* 23(2): 449–458.

Stolz JF, Margulis L. 1984. The stratified microbial community at Laguna Figueroa, Baja California, Mexico: A possible model for prephanerozoic laminated microbial communities preserved in cherts. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 14(1–4): 671–679.

Tapia-López MI. 1988. Caracterización de harina y almidón obtenidas del grano de *Distichlis palmeri* (Vasey). Tesis de Maestría. Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora.

Copyrighted material

Thom RM. 1984. Primary production in Grays Harbor estuary, Washington (USA). Bull. South. *Calif. Acad. Sci.* 83(2): 99–105.

Tyree KD. 1998. Prehistoric significance of non-ornamental modified shell implements from Baja California, Mexico. *Pac. Coast Archeol. Soc. Q.* 34(3): 45–63.

Valiela I, Teal JM, Volkmann S, Shafer D, Carpenter EJ. 1978. Nutrient and Particulate Fluxes in a Salt Marsh Ecosystem Tidal Exchanges and Inputs by Precipitation and Ground Water. *Limnol. Oceanogr.* 23(4): 798–812.

Vargas, E. 2004. Avanza escalera náutica. en: *El Vigía*, Ensenada, BC.

Vargas M, Beltrán J, Ochoa F, Barocio S, Cordero G, Barnetche A, Batche H, Smith-Guerra F, Danemann G. 2004a. Línea base para la aplicación de instrumentos legales para la conservación de tierras privadas en el corredor costero La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Reporte técnico preparado para el U.S. Fish and Wildlife Service, Division of Bird Habitat Conservation. Pronatura Noroeste, Ensenada, BC, 80 pp.

Vargas M, Beltrán J, Ochoa F, Barocio S, Cordero G, Batche H, Danemann G. 2004b. Portafolio de sitios prioritarios para la conservación del corredor costero La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Reporté técnico preparado para el U.S. Fish and Wildlife Service. Division of Bird Habitat Conservation (4401 N. Fairfax Drive, MBSP-4075, Arlington, VA 22203, EUA) Pronatura Noroeste (Calle Décima No. 60, Ensenada Baja California, CP 22800, México). Ensenada, BC, 42 pp.

Visscher P, Stolz JF. 2005. Microbial mats as bioreactors: populations, processes, and products. Palaeogeogr., *Palaeoclimat. Palaeoecol.* 219: 87–100.

West P. 2002. Floral richness, phytogeography, and conservation on islands in Bahía de los Angeles, Baja California, Mexico. Master of Science. The University of Arizona, Tucson, Arizona, 146 pp.

Whitmore R, Brusca R, León de la Luz J, González-Zamorano P, Mendoza-Salgado R, Amador-Silva E, Holguín G, Magaña-Galván F, Hastings P, Cartron J, Felger R, Seminoff J, McIvor CC. 2004. The ecological importance of mangroves in Baja California Sur: Conservation Implications for an Endangered Ecosystem. En: J-LE Cartron, G Ceballos y RS Felger (eds.), *Biodiversity, ecosystems, and conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press, New York, 514 pp.

Zedler JB. 1982. The ecology of southern California salt marshes: a community profile. FWS/OBS-81/54, U.S. Fish and Wildlife Service. Biological Service Program, San Diego, California, 110 pp.

Zedler JB. 1995. Saltmarsh restoration: Lessons from California. Pp. 75–95 en: J. J. Cairns (ed.) *Rehabilitating damaged ecosystems*. CRC Press, Boca Raton. 425 pp.

Copyrighted material

Zedler JB, Leach M. 1998. Managing urban wetlands for multiple use: research, restoration, and recreation. *Urban Ecosystems* 2(4): 189–204.

Zedler JB, Callaway JC, Desmond JS, Vivian SG, Williams GD, Sullivan G, Brewster AE, Bradshaw BK. 1999. Californian salt-marsh vegetation: An improved model of spatial pattern. *Ecosystems* 2(1): 19–35.

Zengel SA, Meretsky VJ, Glenn EP, Felger RS, Ortiz D. 1995. Cienega de Santa Clara, a remnant wetland in the Rio Colorado delta (Mexico)-vegetation distribution and the effects of water flow reduction. *Ecol. Eng.* 4(1): 19–36.

Comunicaciones personales

Carmona Roberto. Laboratorio de Aves. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Carretera al Sur. km 5. La Paz23000, BCS, México.

Reséndiz Antonio. Laboratorio de investigación de tortugas marinas. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales). Bahía de los Ángeles, BC.

Copyrighted material

Apéndice 1. Composición específica de la flora vascular registrada en humedales del Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los códigos para cada localidad se detallan en la tabla 1. Se indican las especies observadas (x) y las especies recolectadas (+) y depositadas en el herbario de la Universidad Autónoma de Baja California (BCMEX). También se señala si si las especies son endémicas de Baja California (E); listadas en la NOM-059-ECOL-2001 (NOM) como protegidas (Pr), amenazadas (A) o en peligro de extinción (P); citadas como amenazadas en el apéndice II (II) de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES); o enlistadas en el *Global Heritage Status Rank* (GHR) como aparentemente abundantes y extendidas (G5), como poco comunes pero no raras (G4), vulnerables (G3), en peligro (G2) o críticamente en peligro (G1)

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GU	GR	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Liliopsida												
Agavaceae												
Hesperocallis undulata A. Gray	G3, G4			×					×			
Cyperaceae												
Schoenoplectus americanus (Scirpus americanus) (Pers.) Volk. ex Schinz y R. Keller	G5										+	
Poaceae												
Distichlis spicata (L.) Greene	G5				×	×						
Distichlis palmeri (Vasei) Fassett		×		×		×	×	×		+	×	
Monanthochloe littoralis Engelm.	G4, G5		×	×	×	+	×			×	×	
Magnoliopsida												
Aizoaceae												
Sesuvium portulocastrum (L.) L.	G5							×		+	+	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 1. (*Continúa*)

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GU	GR	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Amaranthaceae												
Allenrolfea occidentalis (S. Watson) Kuntze	G4			×	×	+		×		×	×	×
Atriplex barclayana var. *sonorae* (Standl.) H.M. Hall y Clem						×		×			+	
Atriplex californica Moq.	G4					×		×			×	
Arthrocnemum subterminale (Salicornia subterminalis) (Parish) Standl.	G5	×	×	×	×	+	×	×	×	×	×	×
Salicornia bigelovii Torr.	G5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Sarcocornia pacifica (Salicornia virginica) (Standley) A. J. Scott	G5	×	×	×	×	×	×	×		×	+	×
Suaeda californica S. Watson	G1			×			×	×			+	
Suaeda nigra (Raf.) J.F. Macbr.				×		×						
Anacardiaceae												
Pachycormus discolor (Benth.) Coville	E						×	×		×	×	
Asteraceae												
Amauria rotundifolia Benth.	E			×					×			
Coreocarpus parthenioides Benth.				×					×			
Nicolletia trifida Rydb.	E			×					+		+	
Peritylе emoryi Torr.	G5								+			
Pluchea sericea (Nutt.) Coville		G4, G5										+
Xylothamia difusa (Benth) G.L. Nesom												+

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 1. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GU	GR	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Bataceae												
Batis maritima L.	G4, G5			+				×			×	
Boraginaceae												
Cryptantha barbigera (A. Gray) Greene	G5			×					+			
Cryptantha costata Brandegee	G4, G5			×					×			
Coldenia cuspidata I.M. Johnst.	G5										+	
Heliotropium curassavicum L.											+	
Phacelia scariosa Brandegee				×					+			
Burseraceae												
Bursera hindsiana Engl. In D.C.							×	×		×	×	
Cactaceae												
Cylindropuntia alcahes (F.A.C. Weber) F.M. Knuth						×					×	
Cylindropuntia cholla (F.A.C. Weber) F.M. Knuth						×		×		×	×	
Ferocactus gracilis H.E. Gates	E, II			×					×		×	
Lophocereus schottii (Engelm) Britton y Rose	G4					×					×	
Mammillaria dioica Brandegee	II, G3			×					×			
Myrtillocactus cochal (Orcutt) Britton y Rose						×						
Pachycereus pringlei (S. Watson) Britton y Rose	II					×		×		×	×	
Stenocereus gummosus (Engelm. ex Brandegee) A. Gibson y K.E. Horak	II					×				×	×	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 1. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GU	GR	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Capparaceae												
Wislizenia cf. refracta						+						
Convolvulaceae												
Cuscuta veatchii Brandegee	E			×					×			
Euphorbiaceae												
Euphorbia misera Benth	II, G5			×					×			
Argythamnia lanceolata (Benth.) Muell.-Arg.	G5										+	
Jatropha cinerea (Ortega) Müll. Arg.	G5					×						
Jatropha cuneata Wiggins y Rollins	G4						×	×		×	×	
Fabaceae												
Acacia greggii A. Grey	G5					+						
Astragalus magdalenae Greene						+						
Cercidium microphyllum (Torr.) Rose y I.M. Johnston ex. I.M. Johnston	G5										+	
Errazurizia cf. megacarpa				×					×			
Phaseolus filiformis Benth.				×					×			
Prosopis glandulosa var. *torreyana* (L.D. Benson) M.C. Johnst.	G5					+		×			×	
Fouquieraceae												
Fouquieria diguetti (Tiegh.) I.M. Johnst.							+	×		×	×	
Fouquieria splendens Engelm.	G5			×					×			
Frankeniaceae												
Frankenia palmeri S. Watson	G3, G4	×	×	×	×	+	×	×	×	×	×	×

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 1. (*Continúa*)

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GU	GR	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Frankenia salina (Molina) I.M. Johnst.	G3, G4						×					
Krameriaceae												
Krameria grayi Rose y Painter	G5					+						
Loasaceae												
Mentzelia hirsutissima S. Watson	G3					+						
Malvaceae												
Sphaeralcea ambigua A. Gray	G4,G5										+	
Papaveraceae												
Eschscholzia minutiflora S. Watson	G5			×					×			
Potamogetonaceae												
Ruppia maritima L.	G5										×	
Rhamnaceae												
Ziziphus obtusifolia var. *canescens* (A. Gray) M.C. Johnst.	G4,G5					+						
Rhizophoraceae												
Rhizophora mangle L.	Pr, G5					×	×			×	×	
Santalaceae												
Phoradendron californicum Nutt.	G5					+		×			×	
Solanaceae												
Lycium californicum Nutt.	G4						×	×		×	×	
Zygophyllaceae												
Larrea tridentata (DC.) Coville	G5							×		+		
Viscainoa geniculata (Kellog) Greene						+	×	×		×	×	
Total de especies por localidad	–	5	5	25	7	28	15	22	19	19	38	5

[Copyrighted material]

Apéndice 2. Composición específica de fauna acuática, macroinvertebrados y peces registrada en humedales del Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los acrónimos para cada localidad se detallan en la tabla 1

Taxa	Localidades													
	AC	AN	AS	CA	DJ	GE	GV	GR	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Cnidaria														
Actinaria														
Anthopleura elegantissima Brandt, 1835												×		
Platyhelminthes														
Turbellaria														
Thysanozoon californicum Hyman, 1953		×												
Annelida														
Polychaeta														
Eurythoe sp.	×	×				×	×					×		
Aphrodita sp.	×	×				×	×	×				×		
Cirriformia sp.		×				×	×	×				×		
Anaitides sp.	×	×										×		
Fabribella sp.	×	×					×					×		
Arthropoda														
Remipedia														
Anostraca														
Artemia sp.				×							×			×
Eucarida														
Decapoda														
Penaeus californiensis (Holmes, 1900)			×											
Upogebia pugettensis Allen,1976	×	×	×		×	×	×	×				×	×	
Clibanarius digueti Bouvier, 1898		×	×		×	×		×				×		

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 2. *(Continúa)*

Taxa	Localidades													
	AC	AN	AS	CA	DJ	GE	GV	GR	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Callinectes bellicosus Stimpson, 1859	×	×	×			×	×	×				×		
Callinectes arcuatus Ordway,1863						×	×	×	×				×	
Uca princeps (Smith, 1870)			×											
Uca crenulata (Lockington, 1877)	×	×	×		×	×	×	×		×		×	×	
Sesarma sulcatum Smith, 1870			×											
Leptodius occidentalis Stimpson	×	×	×			×	×					×	×	
Eurytium albidigitum Rathbun	×	×	×			×	×					×		
Mollusca														
Scaphopoda														
Dentaliidae														
Dentalium splendida Sowerby, 1832												×		
Bivalvia														
Ostridae														
Myrakeena angelica Rochebrune, 1895		×	×		×	×						×		
Pinnidae														
Atrina tuberculosa Sowerby, 1835			×									×		
Pholadidae														
Pholas chiloensis Molina 1782		×	×									×		
Psammobiidae														
Heterodonax pacificus Conrad, 1837								×	×			×		
Solecurtidae														
Tagelus californianus Conrad, 1837		×	×			×						×		
Tagelus peruvianus Pilsbry y Olsson, 1941			×									×		

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 2. *(Continúa)*

Taxa	Localidades AC	AN	AS	CA	DJ	GE	GV	GR	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Solenidae														
Solen rostriformis Dunker, 1862		×	×			×						×		
Veneridae														
Chione californiensis Broderip, 1835					×							×		
Chione gnidia Broderip y Sowerby, 1829					×							×		
Chione undatella Sowerby. 1835					×							×		
Dosinia dunkeri Philippi, 1944					×							×		
Dosinia ponderosa Schumacher, 1817					×							×		
Megapitaria squalida Sowerby,1835					×							×		
Protothaca grata (Say, 1830)		×			×							×		
Gastropoda														
Cerithiidae														
Cerithium stercusmuscarum Valenciennes 1833		×				×						×		
Fasciolariidae														
Pleuroploca princeps Sowerby, 1825		×				×						×		
Olividae														
Olivella dama (Wood, 1828)		×												
Nassariidae														
Nassarius iodes Dall, 1917		×												
Nassarius moestus Hinds 1844,		×												
Neritidae														
Theodoxus luteofasciatus Miller, 1879		×										×		
Potimididae														
Cerithidea mazatlanica (Carpenter, 1857)	×	×	×		×	×	×					×		

(Continúa)

Copyright(c) Instituto

Apéndice 2. *(Continúa)*

Taxa	Localidades AC	AN	AS	CA	DJ	GE	GV	GR	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Trochidae														
Tegula rugosa Adams, 1853		×												
Turbinidae														
Turbo fluctuosus Wood, 1828		×										×		
Echinodermata														
Echinoidea														
Encope grandis L. Agassiz, 1841												×		
Brissus obesus Verrill, 1867												×		
Asteroidea														
Heliaster kubiniji Xantus 1860					×									
Pisces														
Mugiliformes														
Mugilidae														
Mugil curema Valenciennes, 1836	×	×	×			×	×	×				×	×	
Myliobatiformes														
Dasyatidae														
Dasyatis dipterura (Jordan y Gilbert, 1880)		×	×			×								
Urolophidae														
Urobatis maculatus Garman, 1913		×	×			×								
Urobatis concentricus Osburn y Nichols, 1916		×	×			×								
Perciformes														
Gobiidae														
Gobiosoma chiquita (Jenkins y Evermann, 1889)	×	×	×			×	×	×				×		

[Copyrighted material]

Apéndice 2. *(Continúa)*

Taxa	Localidades												
	AC	AN	AS	CA	DJ	GE	GV	GR	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Haemulidae														
Haemulon sexfasciatum Gill, 1862		×				×								
Tetraodontiformes														
Diodontidae														
Diodon holocanthus Linnaeus, 1758			×			×		×				×		
Tetraodontidae														
Sphoeroides annulatus Jenyns, 1842		×	×			×		×				×		
Sphoeroides lobatus (Steindachner, 1870)			×			×		×				×		
Total de especies por localidad	10	26	16	1	14	16	11	8	1	1	1	35	3	1

[Copyrighted material]

Apéndice 3. Composición específica de fauna terrestre, reptiles, aves y mamíferos, registrada en los humedales del Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, Baja California. Los acrónimos para cada localidad se detallan en la tabla 1. Se señala si las especies son: endémicas a Baja California (E), listadas en la NOM-059-ECOL-2001 (NOM) como protegidas (Pr), amenazadas (A) o en peligro de extinción (P), citadas como amenazadas en el apéndice II (II) de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Protegidas (CITES), o enlistadas en el Global Heritage Status Rank (GHR) como aparentemente abundantes y extendidas (G5), como poco comunes pero no raras (G4), vulnerables (G3), en peligro (G2) o críticamente en peligro (G1)

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Reptilia												
Lacertilia												
Anguidae												
Elgaria multicarinata Blainville 1835	Pr, G5		×		×	×		×	×		×	
Crotaphytidae												
Crotaphytus vestigium Smith & Tanner 1972	G5	×	×	×	×	×			×			×
Eublepharidae												
Coleonyx switaki (Murphy 1974)	E, G4		×		×	×	×	×	×	×	×	×
Coleonyx variegatus (Baird, 1859)	Pr, G5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Gekkonidae												
Phyllodactylus xanti Cope, 1863	E, Pr, G5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Phrynosomatidae												
Callisaurus draconoides Blainville 1835	A, G5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Petrosaurus mearnsi (Stejneger, 1894)	E, Pr, G4				×			×	×		×	×
Petrosaurus thalassinus (Cope 1863)	E, Pr	×		×	×				×			
Phrynosoma coronatum (Blainville 1835)	G4				×	×		×	×		×	
Phrynosoma platyrhinos Girard 1852	G5				×	×						

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Sceloporus magister Hallowel 1856	G5	×		×	×	×		×	×		×	
Sceloporus orcutti Stejneger, 1893	E, G5				×			×	×		×	
Urosaurus graciosus Hallowell, 1854	G5	×	×			×	×			×		×
Urosaurus nigricaudus Cope, 1864			×		×	×	×	×	×	×	×	
Uta stansburiana Baird & Girard, 1852	G5	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Scincidae												
Eumeces gilberti Van Denburgh, 1896	Pr, G5				×				×			
Teiidae												
Cnemidophorus hyperythrus Cope, 1863	E, G5	×	×	×	×	×		×	×		×	
Cnemidophorus tigris Baird and Girard, 1852	G5						×			×		
Xantusidae												
Xantusia vigilis Baird, 1858	G5					×						
Serpentes												
Boidae												
Charina trivirgata Cope 1868	A, G4, G5							×			×	
Colubridae												
Lampropeltis getula L. 1766	A, G5					×		×			×	
Viperidae												
Crotalus exsul (= *C. ruber*) Garman, 1884	E, A				×	×		×	×		×	
Aves												
Accipitridae												
Accipiter striatus Vieillot, 1808	Pr, G5										×	
Falco sparverius Linnaeus, 1758	G5										×	
Pandion haliaetus (Linnaeus, 1758)	G5		×	×		×					×	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Alcedinidae												
Ceryle alcyon (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Anatidae												
Anas acuta Linnaeus, 1758	G5										×	
Anas americana (Gmelin, 1789)	G5										×	
Anas discors Linnaeus, 1766	G5										×	
Anas clypeata Linnaeus, 1758	G5										×	
Anas crecca Linnaeus, 1758	G5										×	
Anas cyanoptera Vieillot, 1816	G5										×	
Aythya affinis (Eyton, 1838)	G5			×							×	
Aythya americana (Eyton, 1838)	G5										×	
Aythia valisineria (Wilson, 1814)	G5										×	
Bucephala clangula (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Melanitta perspicillata (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Oxyura jamaicensis (JF Gmelin, 1789)	G5										×	
Apodidae												
Aeronautes saxatalis (Woodhouse, 1853)	G5										×	
Ardeidae												
Ardea alba Linnaeus, 1758	G5			×	×	×				×	×	
Ardea herodias (Linnaeus, 1758)	G5			×	×	×	×		×	×	×	
Egretta rufescens (JF Gmelin, 1789)	Pr, G4			×	×					×		
Egretta thula (Molina, 1782)	G5										×	
Egretta caerulea (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Nycticorax nycticorax (Linnaeus, 1758)	G5					×					×	

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Bombycillidae												
Phainopepla nitens (Swainson, 1838)	G5										×	
Bombycilla cedrorum Vieillot, *1808*	*G5*										×	
Caprimulgidae												
*Chordeiles acutipennis (*Hermann, *1783)*	*G5*										×	
Cathartidae												
Cathartes aura (Linnaeus, 1758)	G5	×	×	×		×		×			×	
Certhiidae												
Campylorhynchus brunneicapillus (Lafresnaye, 1835)	G5										×	
Cistothorus palustris (Wilson, 1810)	G5										×	
Polioptila caerulea (Linnaeus, 1766)	G5										×	
Polioptila californica Brewster, 1881	A, G3										×	
Polioptila melanura Lawrence, 1857	G5										×	
Auriparus flaviceps (Sundevall, 1850)	G5										×	
Charadriidae												
Charadrius alexandrinus Linnaeus, 1758	G4					×					×	
Charadrius semipalmatus Bonaparte, 1825	G5			×				×			×	
Charadrius vociferus Linnaeus, 1758	G5	×	×					×			×	
Himantopus mexicanus (Muller, 1776)	G5										×	
Columbidae												
Zenaida asiatica (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Zenaida macroura (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838)	G5										×	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades									
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Cathartidae												
Cathartes aura (Linnaeus, 1758)	G5	×	×	×		×		×			×	
Certhiidae												
Campylorhynchus brunneicapillus (Lafresnaye, 1835)	G5										×	
Cistothorus palustris (Wilson, 1810)	G5										×	
Polioptila caerulea (Linnaeus, 1766)	G5										×	
Polioptila californica Brewster, 1881	A, G3										×	
Polioptila melanura Lawrence, 1857	G5										×	
Auriparus flaviceps (Sundevall, 1850)	G5										×	
Charadriidae												
Charadrius alexandrinus Linnaeus, 1758	G4					×					×	
Charadrius semipalmatus Bonaparte, 1825	G5			×				×			×	
Charadrius vociferus Linnaeus, 1758	G5	×	×					×			×	
Himantopus mexicanus (Muller, 1776)	G5										×	
Columbidae												
Zenaida asiatica (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Zenaida macroura (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Streptopelia decaocto (Frivaldszky, 1838)	G5										×	
Corvidae												
Aphelocoma californica (Vigors, 1839)	G5				×		×	×	×	×	×	
Corvus corax Linnaeus, 1758	G5										×	
Emberizidae												
Agelaius phoeniceus (Linnaeus, 1766)	G5										×	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Cardinalis cardinalis (Linnaeus, 1758)											×	
Chondestes grammacus (Say, 1823)	*G5*										×	
Dendroica coronata (Linnaeus, 1766)	*G5*										×	
Geothlypis trichas (Linnaeus, 1766)	*G5*										×	
Icterus cucullatus Swainson, 1827	*G5*										×	
Molothrus ater (Boddaert, 1783)	*G5*										×	
Passerculus sandwichensis (Gmelin, 1789)	*A, G5*				×		×		×	×	×	
Spizella breweri Cassin, 1856	*G5*										×	
Sturnella neglecta Audubon, 1844	*G5*										×	
Vermivora celata (Say, 1823)	*G5*										×	
Xanthocephalus xanthocephalus (Bonaparte, 1826)	*G5*										×	
Zonotrichia leucophrys (Forster, 1772)	*G5*										×	
Falconiformes												
Accipiter striatus Vieillot, 1808	G5							×			×	
Fregatidae												
Fregata magnificens Mathews, 1914	G5	×		×	×				×		×	×
Fringillidae												
Carpodacus mexicanus (Muller, 1776)	G5										×	
Gaviidae												
Gavia immer (Brunnich, 1764)	G5	×		×	×		×		×	×		
Haematopodidae												
Haematopus palliatus Temminck, 1820	G5					×						
Hirundinidae												
Hirundo rustica Linnaeus, 1758	G5										×	
Tachycineta albilinea (Lawrence, 1863)											×	

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Tachycineta thalassina (Swainson, 1827)	G5										×	
Tachycineta bicolor (Vieillot, 1808)	G5										×	
Laniidae												
Lanius ludovicianus Linnaeus, 1766											×	
Laridae												
Larus heermanni Cassin, 1852	Pr, G4	×	×	×	×					×	×	
Larus livens Dwight, 1919	Pr, G4	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Larus philadelphia (Ord, 1815)	G5					×						
Sterna caspia Pallas, 1770	G5										×	
Sterna maxima Boddaert, 1783	G5	×	×	×	×	×			×			
Neomorphidae												
Geococcyx californianus (Lesson, 1829)	G5										×	
Odontophoridae												
Callipepla californica (Shaw, 1798)	G5										×	
Passeridae												
Passer domesticus (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Anthus rubescens (Tunstall, 1771)	G5										×	
Pelecanidae												
Pelecanus occidentalis (Linnaeus, 1766)	G4	×	×	×	×	×	×		×	×	×	
Phalacrocoracidae												
Phalacrocorax auritus (Lesson, 1831)	G5	×	×	×	×	×			×		×	×
Picidae												
Picoides scalaris (Wagler, 1829)	G5										×	
Melanerpes uropygialis (Baird, 1854)	G5										×	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Podicipedidae												
Aechmophorus occidentalis (Lawrence, 1858)	G5			×	×	×	×	×	×	×	×	
Podilymbus podiceps (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Podiceps nigricollis Brehm, 1831	G5					×					×	
Rallidae												
Porzana carolina (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Fulica americana Gmelin, 1789	G5										×	
Scolopacidae												
Actitis macularia (Linnaeus, 1766)	G5										×	
Arenaria interpres (Linnaeus, 1758)											×	
Calidris alba (Pallas, 1764)	M, G5							×			×	
Calidris alpina (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Calidris mauri (Cabanis, 1857)	G5										×	
Calidris minutilla (Vieillot, 1819)	G5				×	×		×			×	
Catoptrophorus semipalmatus (Gmelin, 1789)	G5	×	×				×			×	×	
Limnodromus sp. Wied-Neuwied, 1853											×	
Numenius americanus Bechstein, 1812	G5			×	×		×		×	×		
Numenius phaeopus (Linnaeus, 1758)	G5			×		×	×			×		
Phalaropus tricolor (Vieillot, 1819)	G5										×	
Tringa flavipes (Gmelin, 1789)	G5										×	
Tringa melanoleuca (Gmelin, 1789)	G5					×					×	
Strigidae												
Bubo virginianus (Gmelin, 1788)	G5										×	

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades									
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Sturnidae												
Toxostoma cinereum (Xantus de Vesey, 1860)											×	
Mimus polyglottos (Linnaeus, 1758)	G5										×	
Sulidae												
Sula leucogaster (Boddaert, 1783)	G5	×	×	×	×	×	×		×	×	×	
Threskiornithidae												
Plegadis chihi (Vieilliot, 1817)	G5										×	
Trochilidae												
Calypte costae (Bourcier, 1839)	G5										×	
Tyrannidae												
Sayornis saya (Bonaparte, 1825)	G5						×			×		
Sayornis nigricans (Swainson, 1827)	G5										×	
Pyrocephalus rubinus (Boddaert, 1783)	G5										×	
Myiarchus cinerascens (Lawrence, 1851)	G5										×	
Mammalia												
Insectivora												
Soricidae												
Notiosorex crawfordi (Coues, 1877)	A, G5							×			×	
Chiroptera												
Phyllostomidae												
Choeronycteris mexicana Tschudi, 1844	A, G4							×			×	
Vespertilionidae												
Antrozous pallidus (LeConte, 1856)	G5	×		×	×	×		×	×			

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Eptesicus fuscus (Beauvois, 1796)	G5					×		×			×	×
Lasiurus cinereus (Beauvois, 1796)	G5							×			×	
Myotis californicus (Audubon & Bachman, 1842)	G5	×		×	×	×	×		×	×		
Myotis vivesi Menegaux, 1901								×			×	
Pipistrellus hesperus (H. Allen, 1864)	G5			×	×	×	×	×	×	×	×	
Carnivora												
Canidae												
Canis latrans Say, 1823	G5		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Vulpes velox (Say, 1823)	A, G3		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Felidae												
Lynx rufus (Schreber, 1777)	G5				×	×	×		×	×		
Mephitidae												
Spilogale putorius Linnaeus, 1758	G5				×			×	×		×	
Mustelidae												
Taxidea taxus Schreber, 1778	A, G5				×	×		×	×		×	
Rodentia												
Heteromyidae												
Dipodomys merriami Mearns, 1890	G5	×		×	×	×	×	×	×	×	×	
Muridae												
Peromyscus boylii Baird, 1855	G5							×			×	×
Peromyscus eremicus Baird, 1858	G5				×	×	×	×	×	×	×	
Peromyscus maniculatus Wagner, 1845	G5	×	×	×		×	×	×		×	×	
Sciuridae												
Ammospermophilus leucurus (Merriam, 1889)	G5	×	×		×	×	×	×	×	×	×	

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 3. *(Continúa)*

Taxa	Listado	Localidades										
		CA	DJ	GR	GU	LA	MO	PM	PR	RI	SR	QU
Lagomorpha												
Leporidae												
Lepus californicus Gray, 1837	G5	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×
Total de especies por localidad	–	26	26	33	45	47	30	41	40	33	129	14

Copyrighted material

Copyrighted material

10 *Corales pétreos*

Héctor Reyes-Bonilla, Saúl González-Romero, Gabriela Cruz-Piñón y Luís Eduardo Calderón-Aguilera

Introducción

La Bahía de los Ángeles (BLA), en Baja California, es una de las zonas que más han llamado la atención en el norte del Golfo de California desde la perspectiva del estudio de corales pétreos (Orden Scleractinia Bourne, 1900). Esto se debe en parte a que la bahía y localidades adyacentes han sido sitios de relativa accesibilidad para los investigadores desde mediados del siglo XX (Squires 1959, Parker 1964, Brusca *et al.* 2004), pero además a que en esa región del Mar de Cortés existe notable diversidad de formas de escleractinios. Para inicios de esta década se conocían 9 especies para la región (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000), pero entre ellas hay apenas dos especies de corales zooxantelados (o arrecifales) residentes de latitudes superiores a 28°N (ambos del género *Porites* Link 1807; Reyes-Bonilla 2003). Sin embargo, esos corales no construyen estructuras de consideración en BLA, ya que la temperatura es muy baja en el invierno (menor a 15°C en promedio; Soto-Mardones *et al.* 1999), y el agua es muy productiva, turbia y relativamente ácida en épocas de surgencia (Hidalgo-González *et al.* 1997). Aunque estas características dificultan la supervivencia de las especies arrecifales, simultáneamente favorecen la ocurrencia de especies de coral conocidas como ahermatípicas (no constructoras de arrecifes) o azooxanteladas, las cuales son heterótrofas

Copyrighted material

(se alimentan de plancton) y muy tolerantes a las bajas temperaturas (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000). Estas comunidades están llamando la atención actualmente ya que en regiones como el Atlántico Norte pueden representar un papel ecológico análogo a los arrecifes someros, convirtiéndose en componente clave de la biodiversidad. Los objetivos de este trabajo son: presentar el listado de especies de corales pétreos observados o registrados en la región de BLA, puntualizar características diagnósticas de los taxones, y denotar algunos aspectos sobre su biología y su distribución geográfica y batimétrica.

Revisión histórica del conocimiento sobre el grupo

Los corales de BLA han sido tratados en menos de una docena de trabajos. Inicialmente, Durham (1947) hizo referencia a *Porites panamensis* Verrill, 1866 (como su sinónimo *P. californica* Verrill, 1866) en Isla Ángel de la Guarda (IAG) y en Bahía Las Animas, a partir de recolectas con equipo básico de buceo. Posteriormente, Durham y Barnard (1952) indicaron la presencia de 4 especies más (*Astrangia haimei* Verrill, 1866, identificada como *A. concepcionensis* Durham, 1947; *Dendrophyllia oldroydae* Oldroyd, 1924, identificada como *D. cortezi* Durham y Barnard, 1952; *Heterocyathus aequicostatus* Milne Edwards y Haime, 1848; y *Paracyathus stearnsii* Verrill, 1869, identificada como *P. tiburonensis* Durham, 1947), todas para IAG. Squires (1959) confirmó la ocurrencia de *H. aequicostatus*, *P. tiburonensis* y *A. haimei*, y encontró a *Phyllangia consagensis* (Durham y Barnard, 1952), entonces identificada como *Bathycyathus consagensis* Durham y Barnard, 1952. Parker (1964) efectuó múltiples arrastres alrededor de BLA e IAG y dió a conocer tres registros a nivel de especie: *Dendrophyllia oldroydae* (como *D. cortezi*), y dos primicias: *Coenocyathus bowersi* Vaughan, 1906, y *Desmophyllum dianthus* (Esper, 1794; identificado como *D. cristagalli* Marenzeller, 1904), además de citar 7 taxa a nivel género (*Astrangia, Balanophyllia, Bathycyathus, Ceratotrochus, Dendrophyllia, Tubastraea* y *Porites*). Horta-Puga y Carricart-Ganivet (1993) hicieron la primera compilación de la información disponible pero no aportaron datos nuevos, y Reyes-Bonilla (1993, 2003) citó a *P. panamensis* para la región y agregó el registro de *P. sverdrupi* Durham, 1947. Cairns (1994) apuntó el hallazgo de *D. oldroydae* para IAG, Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón (2000), y Reyes-Bonilla *et al.* (2005) revisaron el elenco

Copyrighted material

sistemático de los corales azooxantelados del Pacífico mexicano. En ambos trabajos se expusieron datos detallados sobre la distribución de las especies, lo que permite obtener el listado de taxa para cualquier latitud en el país. Finalmente, Brusca *et al.* (2004) citaron cuatro especies como componentes de la fauna de corales duros del norte del Golfo de California (que incluye a BLA): *Astrangia haimei* (usando el sinónimo *A. pedersenii* Verrill, 1870), *P. panamensis* (y su sinónimo *P. californica* como una especie independiente), y *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829 (aunque en la monografía se ilustra una especie de *Dendrophyllia*, probablemente *D. oldroydae*).

Métodos

La información de este documento proviene de tres fuentes: (a) literatura, (b) registros de campo obtenidos en una visita a 24 sitios de 7 localidades de la zona en agosto de 2004, y (c) ejemplares recolectados entre 1936 y 1997 y depositados en colecciones de México y Estados Unidos. En relación al primer punto, se revisaron todas las publicaciones arbitradas donde se haya hecho mención de corales duros en la zona de estudio (ver Reyes-Bonilla *et al.* 2005, con el listado completo de referencias sobre Scleractinia en el Pacífico Mexicano). Referente al trabajo de campo, se visitaron las siguientes localidades: Punta El Soldado (28°52'N), Punta El Quemado (28°56'N), Piedra Ahogada, al sureste de Isla La Ventana (28°59'N), Isla Coronado (29°03'N), Isla Smith (29°04'N), Isla Mitlán (29°04'N) e Isla Coronaditos (29°05'N). En cada una se hicieron revisiones cualitativas de presencia de corales en áreas de 2 a 15 m de profundidad, prestando particular atención a paredes rocosas y cuevas. Finalmente, se complementó la información con datos tomados de las etiquetas de 136 especímenes que fueron revisados en los siguientes museos: Museo de Historia Natural de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (MHNUABCS, la Paz), en México, y en el National Museum of Natural History, Smithsonian Institution (USNM, Washington), California Academy of Sciences, Collection of Invertebrate Zoology (CASIZ, San Francisco), Museum of Paleontology, University of California (UCMP, Berkeley), Allan Hancock Foundation (AHF, Los Angeles), Natural History Museum of Santa Barbara (SBNHM), Natural History Museum of Los Angeles County, Invertebrate Collection (IC-LACM, Los Angeles), todos en los Estados Unidos.

Copyrighted material

Los corales fueron identificados en el campo o en las colecciones (si era necesario) con base en los criterios de Durham (1947), Durham y Barnard (1952), Squires (1959) y Cairns (1991, 1994).

Resultados

Lista sistemática y características de las especies

La lista sistemática de las especies, incluyendo la diagnosis, los sitios donde cada una ha sido vista en la región de BLA y algunos comentarios, se presenta a continuación.

Phylum cnidaria Hatschek, 1888
Clase Anthozoa Ehrenberg, 1834
Orden Scleractinia Bourne, 1900
Suborden Poritina Veron, 1995
Familia Poritidae Gray, 1842
Género *Porites* Link, 1807
Porites panamensis Verrill, 1866
Sinonimias: *P. californica* Verrill, 1866, *P. nodulosa* Verrill, 1866, *P. porosa* Verrill, 1866

Diagnosis (Verrill 1866, López-Pérez *et al.* 2003): Colonias masivas, nodulares, columnares o incrustantes. Color verde brillante hasta gris. Cálices pequeños (menos de 1.5 mm de diámetro), con paredes gruesas aunque porosas. Dos ciclos de septos (12 normalmente, aunque puede tener de 10 a 22). Los septos lateral, dorsal y ventral están igualmente desarrollados y son más robustos que el resto. Cinco pali conspicuos pero que no llegan a la superficie del coralite. Columella ausente o si aparece, es esponjosa (fig. 1).

Notas. Éste es un coral gonocórico con proporción sexual 1:1 y que produce plánulas mensualmente en México y América Central (Glynn *et al.* 1994, Mora-Pérez *et al.* 2006). La especie crece lentamente (0.4–1.0 mm año $^{-1}$) y presenta altas tasas de reclutamiento y mortalidad en Bahía de La Paz (24°N), Cabo Pulmo (23°N) y Oaxaca (15°N) (Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera 1994, Medina-Rosas 2006). Es el coral más conspicuo y común en

Copyrighted material

agua somera en Bahía de los Ángeles, representando más de 90% de las colonias presentes en la parte superior de las rocas.

En las revisiones de museos se vieron docenas de ejemplares de *P. panamensis* (presentes en las colecciones AHF, CASIZ, IC-LACM, MHNUABCS, SBNHM, UCMP y USNM) recolectados en IAG, Bahía Las Ánimas, Punta El Soldado, Punta El Quemado, Piedra Ahogada (Isla La Ventana), Isla Coronado, Isla Smith, Isla Mitlán e Isla Coronaditos, principalmente a profundidades de 1 a 20 m (registros completos en Reyes-Bonilla *et al.* 2005). Por otro lado, en la visita de 2004 a BLA, observamos que la especie aparece exclusivamente en sustratos rocosos y presenta colonias grandes y muchas veces en forma de disco. Hay un ejemplar de *Porites* sp. que fue encontrado en un dragado en el Canal de Ballenas, entre 312 y 696 m de profundidad (UCMP 160976; ver Parker, 1964). Sin embargo, dado que todas las especies del género son zooxanteladas y requieren luz para sobrevivir, consideramos que los datos del espécimen son erróneos o bien que era un espécimen alóctono. *Porites panamensis* es el coral arrecifal con la más amplia distribución latitudinal en la costa americana del Pacífico, cubriendo desde la desembocadura del Río Colorado (31°N) hasta Colombia (3°N), e incluso ocupa la costa oeste de la Península de Baja California (hasta Bahía Magdalena, 24°N; Reyes-Bonilla 1993, Glynn y Ault 2000). Curiosamente no se le encuentra en islas oceánicas del continente, con excepción de las Revillagigedo.

Porites sverdrupi Durham, 1947

Diagnosis (Durham 1947, López-Pérez *et al.* 2003): Colonias ramificadas y generalmente de vida libre, con cálices pequeños (1.2 mm de diámetro) y paredes delgadas. Dos ciclos de septos (de 10 a 12), todos igualmente desarrollados y bifurcados en el sitio donde se unen a la pared. Cinco pali prominentes y que alcanzan el borde externo del cáliz. Columella ausente o apenas apareciendo como una excrecencia sobre la base del coralite. Todas las estructuras están cubiertas de espinas (fig. 2).

Notas: Esta especie fue considerada como una variedad de agua profunda de *Porites panamensis* ya que puede ser encontrada hasta 35 m de profundidad (Squires 1959, Reyes-Bonilla *et al.* 1997), pero trabajos morfológicos y genéticos posteriores han mostrado que ambas son especies válidas (López-

Copyrighted material

Pérez *et al.* 2003, Forsman 2003). Es el único coral arrecifal endémico del Golfo de California (Glynn y Ault 2000) y el único de su género con morfología ramificada en el Pacífico Oriental Tropical. La especie ha sido vista en IAG (Reyes-Bonilla 1993), pero no existen especímenes recolectados. Este coral ha llamado la atención porque en las últimas décadas ha sufrido notables disminuciones en su ámbito de distribución en el sur del Golfo de California (Reyes-Bonilla 2003); en los años cincuenta podía ser visto hasta Bahía de Banderas, Nayarit (20°N), pero para los ochenta apenas llegaba hasta Cabo San Lucas (22°N) y en la actualidad su límite sur es Isla San José, BCS (25°N).

Suborden Faviina Vaughan y Wells, 1943
Familia Rhizangiidae D'Orbigny, 1851
Género *Astrangia* Milne Edwards y Haime, 1848
Astrangia cortezi Durham, 1947

Diagnosis (Durham 1947, Durham y Barnard 1952): Coral colonial y con ramas conspicuas, compuesto por numerosos coralites que miden de 0.8 a 1 mm de altura y 3.5 a 5.5 mm de diámetro. Cálices subcirculares, normalmente de 2 a 3 mm de profundidad. Septos exsertos, ligeramente redondeados en la parte superior, con gránulos y en 4 ciclos. Los bordes internos de los primeros 3 ciclos tienen 5 a 8 pliegues de dientes que se unen en el fondo de la columela, y el segundo y tercer ciclo se fusionan cerca de la columela, la cual está compuesta de 8 a 10 pali. Colonias color rojo o naranja (fig. 3).

Notas: Este coral es endémico de la porción norte del Golfo de California (de 28°N hasta 31°N), y su identidad fue recientemente reevaluada ya que por décadas se le consideró como sinónimo de *A. haimei* Verrill, 1866 (Reyes-Bonilla *et al.* 2005). A partir del número de registros puede estimarse que las poblaciones más abundantes que presenta esta especie se encuentran en BLA. Durante el trabajo de campo en 2004 se observaron ejemplares en IAG, Punta El Soldado, Isla Smith e Isla Coronaditos, entre 1 a 7 m de profundidad. Sin embargo, hay poblaciones a 45 m de profundidad en Roca Consag (31°N; UCMP 2453).

Copyrighted material

Astrangia haimei Verrill, 1866

Sinonimias: *A. concinna* Verrill, 1866, *A. pulchella* Verrill, 1866, *A. pedersenii* Verrill, 1870, *A. oaxacensis* Palmer, 1928, *A. insignifica* Ricketts y Calvin, 1939, *A caboensis* Durham, 1947, *A. concepcionensis* Durham, 1947, *A. coronadosensis* Durham, 1947, *A. lajollaensis* Durham, 1947, *A. santelmoensis* Durham, 1947, *A. hancocki* Durham y Barnard, 1952, *A. sanfelipensis* Durham y Barnard, 1952.

Diagnosis (Durham 1947, Cairns 1994): Colonias incrustantes generalmente pequeñas, aunque llegan a cubrir casi 2 m^2 de superficie. Los coralites tienen de 3 a 6 mm de diámetro, miden de 4 a 6 mm de altura y presentan costas bien definidas. Crecen verticalmente, aunque los de los extremos de las colonias presentan fuerte inclinación. Cuando están vivas, las colonias son de color café en el cáliz, con pólipos rojos o naranjas. Presenta cuatro ciclos de septos (de 36 a 48 en total), siendo los primarios ligeramente exsertos. La columella es papilar (fig. 4).

Notas: Este es quizá el coral azooxantelado más común en el Golfo de California (Squires 1959, Brusca *et al.* 2004, Reyes-Bonilla *et al.* 2005) y ocurre normalmente en paredes de roca o cuevas. La especie tiene amplia distribución en el Pacífico Oriental, desde el Golfo de California hasta Perú (3°S), e incluso en la costa occidental de la Península de Baja California y de Estados Unidos (hasta los 36°N; Cairns 1994). Fue registrada en IAG bajo el sinónimo *A. concepcionensis* (Durham y Barnard 1952), a partir de material obtenido en 1936 (AHF 26.1), y además ha sido recolectada u observada en Punta El Soldado, Punta El Quemado, Piedra Ahogada (Isla La Ventana), Isla Smith, Isla Mitlán e Isla Coronaditos, a profundidades de entre 20 y 72 m. También existe un registro de *Astrangia* sp. A 540 m en el Canal de Ballenas (29°04'N; 113°20'W; UCMP 161147), pero dado que ninguna especie del género ocurre a profundidades mayores de 90 m en el Pacífico Oriental (Cairns 1991, 1994), se cree que el registro puede pertenecer a una colonia alóctona.

Género *Oulangia* Milne Edwards y Haime, 1848
Oulangia bradleyi Verrill, 1866

Copyrighted material

Diagnosis (Verrill 1866, Cairns 1991): Colonias formadas por coralites de poca elevación (rara vez más de 8 mm de altura) y cilíndricos, cuya base es más ancha que el cáliz. Los coralites alcanzan de 13 a 15 mm de diámetro y normalmente se encuentran separados entre sí por una distancia superior a 10 mm. Presentan teca de color blanco o perlado, que está cubierta de costas granulares. Sin embargo, este carácter no es visible ya que normalmente la teca se encuentra incrustada de briozarios o algas calcáreas. La especie presenta hasta cinco ciclos de septos (hasta 96, dependiendo el tamaño del especimen), aunque cuatro ciclos (48 septos) es lo normal. Los septos primarios son exsertos y presentan granulaciones, y sus bordes se proyectan hacia el centro del cáliz. Los secundarios son ligeramente más angostos que los primarios, y ambos se extienden hasta la columella. La fosa es profunda y cóncava, y la columella es papilar (fig. 5).

Notas: La especie es muy conspicua debido a su gran tamaño (más de 1 cm de diámetro), y al contraste que presenta la pared color blanco y el interior del cáliz, de color café oscuro. Este coral había sido hallado sólo de Jalisco a Guerrero (Cruz-Piñón y Reyes-Bonilla 1999, Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000), pero en años recientes se le vio en el Golfo de California y Oaxaca (Reyes-Bonilla *et al.* 2005). Primer registro para BLA, donde se vieron ejemplares en Piedra Ahogada (Isla La Ventana) y en Isla Smith en verano de 2004. Habita desde México hasta las Islas Galápagos, Ecuador (0°), entre 4 y 63 m de profundidad (Cairns 1991).

Suborden Caryophylliina Vaughan y Wells, 1943
Familia Caryophylliidae Gray, 1847
Género *Caryophyllia* Lamarck, 1801
Caryophyllia diomedeae Marenzeller, 1904

Diagnosis (Cairns 1991): Coral solitario que alcanza una altura de 30 mm y tiene un pedúnculo delgado (30–40% en relación con el diámetro del cáliz). Cálices ligeramente elípticos que alcanzan hasta 13 mm de diámetro. Las costas son conspicuas (hasta 0.8 mm de ancho), y la teca es de color blanco. Presenta 4 ciclos de septos (48 en total) que aparecen en este número independientemente del tamaño del organismo. Los márgenes de los septos primarios y secundarios son rectos y los del tercer ciclo presentan ondulacio-

Copyrighted material

nes. La fosa es profunda y la columella es fascicular. Corallum de color café oscuro a negro (fig. 6).

Notas: La especie habita en toda la costa occidental de la Península de Baja California y además se distribuye de San Diego, Estados Unidos (33°C), hasta las Islas Galápagos (0°), normalmente a profundidades de 50 a 2,100 m (Cairns 1991, Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000). No había registros previos para la zona de BLA, pero en la visita del verano de 2004 detectamos a *C. diomedeae* en Punta El Soldado, Piedra Ahogada (Isla La Ventana), Isla Smith, Isla Mitlán e Isla Coronaditos, entre 10 y 15 m de profundidad. Además existen 2 ejemplares identificados a nivel género y recolectados entre 396 y 612 m de profundidad en el Canal de Ballenas (29°04'N; UCMP 161714, 161721) que pudieran pertenecer a esta especie.

Género *Coenocyathus* Milne Edwards y Haime, 1848
Coenocyathus bowersi Vaughan, 1906

Diagnosis (Cairns 1994): Corallum de color blanco que normalmente crece incrustado en bivalvos y rocas. Coralites de hasta 37 cm de ancho (CAS 77797) y 20 mm de altura, que crecen muy cercanos entre sí. Cáliz circular de hasta 14 mm de diámetro, con costas conspicuas que se extienden hasta el cenosteo. Los septos son exsertos (de 48 a 56 por cáliz) y los pali aparecen en forma de corona alrededor de la columella. La fosa es profunda y la columella fascicular (fig. 7).

Notas: La especie se recolectó en Isla Coronados y Canal de Ballenas, en 1952 y 1959 respectivamente (UCMP 161656, 161657), y posteriormente se vió en verano de 2004 en Punta El Quemado y Piedra Ahogada (Isla La Ventana) entre los 12 y 15 m de profundidad. Este coral habita desde Estados Unidos (36°N) hasta Panamá (6°N), entre los 9 y 300 m de profundidad, donde se incluye a México, de Sonora y Baja California Sur, hasta Oaxaca (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000, Reyes-Bonilla *et. al.* 2005).

Género *Desmophyllum* Ehrenberg, 1834
Desmophyllum dianthus (Esper, 1794)
Sinonimias: *D. cumingi* Milne Edwards y Haime, 1848, *D. cristagalli* Marenzeller, 1904

Copyrighted material

Diagnosis (Cairns 1994): Coral solitario que alcanza 60 mm de diámetro calicular y 50 mm de altura. El pedúnculo es grueso (10 a 20 mm de ancho). El cáliz es elíptico y la pared externa es lisa y granular. El esqueleto es de color gris a blanco. Presenta 5 a 6 ciclos de septos (hasta 192 septos), completamente lisos o con pequeños gránulos. Los septos primarios son extremadamente robustos, con hasta 2 mm de espesor, y sobresalen hasta 11 mm del borde del cáliz. Los septos secundarios y terciarios también son exsertos, pero sobresalen apenas 1 a 2 mm del borde calicular. La fosa es pequeña pero profunda y normalmente no se presenta columella, aunque a veces aparece en forma papilar (fig. 8).

Notas: Este coral fue encontrado en Canal Salsipuedes y Canal de Ballenas en 1959 (UCMP 161666, 161672, 161673 y 161674, registrados como *D. cristagalli* o *Desmophyllum* sp.), y algunos de esos ejemplares fueron referidos en la literatura por Parker (1964). La especie fue localizada en las zonas durante dragados efectuados de 396 a 612 m de profundidad, lo cual puede explicar por qué no fue observada durante las labores de campo de 2004, normalmente ocurre de 30 a 1,100 m de profundidad (Cairns *et al.* 2005), y en las Américas se distribuye desde Canadá (49°N) hasta Chile. A nivel mundial, este escleractinio es considerado como uno de los principales constructores de arrecifes de aguas profundas junto con los de los géneros *Lophelia* y *Madrepora*; además es considerado cosmopolita al habitar todos los océanos del mundo (Cairns 1999).

Género *Heterocyathus* Milne Edwards y Haime, 1848
Heterocyathus aequicostatus Milne Edwards y Haime, 1848

Diagnosis (Durham y Barnard 1952): Coralites en grupos de 3 a 4 y comúnmente incrustados en gastrópodos. Cálices circulares con hasta 8 mm de altura y 5 mm de diámetro. De 30 a 40 septos colocados siguiendo el plan de Pourtales, siendo los primarios más exsertos que los demás. Los septos están cubiertos de gránulos y presentan perforaciones cerca del centro del cáliz. Lóbulos paliformes y columella compuesta de columnas entrelazadas. Costas que se extienden hasta la base y que son más conspicuas cuando corresponden a los tres primeros ciclos de septos (fig. 9).

Copyrighted material

Notas: La especie tiene apenas 3 registros para la región de BLA, todos son de literatura (Durham y Barnard 1952, Squires 1959, Horta-Puga y Carricart-Ganivet 1993), pero sólo el más antiguo es de primera mano: un ejemplar encontrado en IAG, entre 20 y 40 m de profundidad. No obstante, *H. aequicostatus* es un coral azooxantelado relativamente común en México y ha sido recolectado en varios estados costeros (de Baja California a Jalisco; Reyes-Bonilla *et al.* 2005). Es importante señalar que esta especie es colonizadora del Indo Pacífico (Durham y Barnard 1952, Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000), que habita fondos planos de arenas o limos, y que dentro del Pacífico Oriental sólo se le encuentra en las costas de México. Además, *H. aequicostatus* presenta una asociación mutualista con el sipunculido *Aspidosiphon corallicora*, el cual habita en una galería situada en la base del coral y funciona como un "pie" al transportar la colonia sobre el sustrato mientras el gusano se alimenta. Esta característica evita que *H. eaquicostatus* sufra enterramiento por causa de la sedimentación (Veron 2000).

Género *Paracyathus* Milne Edwards y Haime, 1848
Paracyathus stearnsii Verrill, 1869
Sinonimias: *P. caltha* Verrill, 1869, *P. tiburonensis* Durham, 1947

Diagnosis (Durham 1947, Cairns 1994): Coral solitario con un pedúnculo robusto (40% a 65% del diámetro del cáliz), y muchas veces fijo a conchas de moluscos u otros sustratos carbonatados. Presenta de 5 a 6 ciclos de septos (hasta 146; USNM 92603) exsertos, y los primarios y secundarios son los más grandes de tamaño. El cáliz es elíptico y mide hasta 27 mm de diámetro y 18 de altura. La pared externa presenta costas cubiertas de gránulos. Fosa profunda y columella formada de pilares arreglados en forma elíptica. Presenta lóbulos paliformes (fig. 10).

Notas: La especie sólo había sido registrada en la literatura para IAG y a profundidades de 31 a 34 m (Durham y Barnard 1952, Squires 1959, Horta-Puga y Carricart-Ganivet 1993). Además fue observada en Isla Smith e Isla Coronaditos en el verano de 2004 y a profundidades de 10 a 15 m, lo que extiende ligeramente su ámbito de distribución batimétrica que era de 20 a 140 m (Cairns 1994). Este coral es residente de aguas frías y ocurre dentro del Golfo de California de los 29°N hasta Bahía de La Paz (25°N; Reyes-Bonilla

Copyrighted material

y Cruz-Piñón 2000), pero según Cairns (1994) sus poblaciones principales aparecen de Canadá (52°N) a Bahía Asunción (27°N), es decir, presenta una distribución disjunta.

Género *Phyllangia* Milne Edwards y Haime, 1848
Phyllangia consagensis (Durham y Barnard, 1952)
Sinonimias: *Bathycyathus consagensis* Durham y Barnard, 1952, *Lophosmilia wellsi* Durham y Barnard, 1952

Diagnosis (Durham y Barnard 1952, Cairns 1991): Colonias grandes y cilíndricas de color crema a blanco, con teca lisa (sin costas) y estolones periféricos. Cáliz circular o elíptico, que alcanza diámetros de 10 a 11 mm. Cuatro ciclos de septos (de 48 a 52), todos exsertos, especialmente los primarios. Estos últimos llegan hasta la columella, mientras que los terciarios forman al final un lóbulo paliforme. El último ciclo está formado de septos rudimentarios. Fosa moderadamente profunda. Columnela grande y papilosa (fig. 11).

Notas: La especie fue vista en el verano de 2004 en Punta El Soldado, Piedra Ahogada (Isla La Ventana) y en Isla Mitlán entre 5 y 15 m de profundidad; además en IAG por Squires (1959) de 27 a 31 m de profundidad, y en BLA (CASIZ 97084, a 6 m de profundidad). Este coral es común al norte del paralelo 28°N en el Golfo de California y, de hecho, fue originalmente descrito a partir de material recolectado en Roca Consag, BC (Durham y Barnard 1952). La especie habita en todo el golfo y desde Rocas Alijos, BCS (24°N) hasta Galápagos (0°; Wilson 1996, Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000).

Suborden Dendrophylliina Vaughan y Wells, 1943
Familia Dendrophylliidae Gray, 1847
Género *Balanophyllia* Wood, 1844
Balanophyllia cedrosensis Durham, 1947
Sinonimias: *B. tiburonensis* Durham, 1947

Diagnosis (Durham 1947, Cairns 1994): Corallum de hasta 13 mm de diámetro de cáliz y 16 mm de altura. Pedúnculo de hasta 6 mm. Costas granulares. Septos porosos cerca de la teca pero sólidos hacia la columela;. Cuatro ciclos de septos, y un quinto incompleto (alrededor de 64 septos totales),

Copyrighted material

siendo los primarios y secundarios del mismo tamaño. Borde interno de los septos recto y alcanza la columella, la cual es esponjosa (fig. 12).

Notas: La especie fue vista en Punta El Soldado, Punta El Quemado, Piedra Ahogada (Isla La Ventana), Isla Smith, Isla Mitlán e Isla Coronaditos en 2004, de 10 a 15 m de profundidad. Además fue recolectada en Canal de Ballenas de 396 a 540 m de profundidad (UCMP 160434, 160485); estos resultados extienden el ámbito batimétrico de este coral, que originalmente era de 54 a 119 m (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000). La especie habita en todo el Golfo de California, y de Isla Cedros, BC, en la costa occidental de la Península de Baja California (28°N) hasta las Islas Galápagos, Ecuador (Cairns 1994, Reyes-Bonilla *et al.* 2005).

Género *Dendrophyllia* Blainville, 1830
Dendrophyllia oldroydae Oldroyd, 1924
Sinónimo: *D. oldroydi* Oldroyd, 1924, *D. cortezi* Durham y Barnard, 1952

Diagnosis: (Durham y Barnard 1952, Cairns 1994): Colonias ramificadas muy grandes (hasta 1 m de altura), de color blanco cuando no tienen tejido, y con bases robustas (hasta 5 cm de diámetro) y ramas fuertes de entre 2 y 3 cm de diámetro. Los coralites se proyectan de 4 a 7 mm de manera perpendicular a la rama y alcanzan de 10 a 15 mm de diámetro. Las costas están cubiertas de gránulos y son muy conspicuas. La especie presenta normalmente 4 ciclos de septos, aunque algunos individuos pueden tener 5 (48 a 72 septos totales). Los primarios y secundarios son exsertos y alcanzan la columela, mientras que los de los demás ciclos se integran a los lóbulos paliformes. La fosa es poco profunda y la columela es fascicular, aunque a veces presenta papilas. Su extensión es del 12% al 37% del cáliz (fig. 13).

Notas: Hay un registro para la especie en BLA (Durham y Barnard 1952; entre 135 y 150 m de profundidad), y dos menciones del mismo en la literatura (Horta-Puga y Carricart-Ganivet 1993, Cairns 1994). También existen dos colonias en la Academia de Ciencias de California (CASIZ 97081, 97085), recolectadas en BLA (28°55'N) aunque se identificaron erróneamente bajo el nombre de *D. californica* Durham, 1947 (especie que no habita el Golfo de California; Cairns 1994). Además, aunque *D. oldroydae* no fue observada en

Copyrighted material

el campo, los pescadores locales frecuentemente sacan colonias atoradas en la redes, y existen ejemplares depositados en el Museo de Naturaleza y Cultura, los cuales aparentemente fueron obtenidos en arrastres pesqueros. Esto sucede debido a que la especie normalmente ocupa aguas de 100 a 500 m de profundidad (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000).

Conclusiones y estado actual del grupo

Esta revisión de los corales pétreos de BLA permitió registrar la presencia de un total de 13 especies, divididas en 11 géneros y 4 familias; esta cifra representa un incremento de 4 especies al listado previamente conocido (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000). El aumento en el conocimiento que resulta de este trabajo muestra que aún estamos lejos de conocer el elenco sistemático completo de la región, y nos lleva a hacer un exhorto para la ejecución de un mayor número de estudios sobre esta fauna y sobre otros cnidarios que deben tener enorme relevancia local y regional; por ejemplo, sobre los gorgonáceos, cuya riqueza de especies en la bahía es considerable. Por otra parte, el aumento en el número de especies de corales reconocidas para BLA también indica que el contraste en riqueza entre la región de los 28° a 29°N y el Alto Golfo de California (donde habitan menos de 5 especies), es aún mayor al documentado (Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000). Así, la franja latitudinal donde se presentan las Grandes Islas debe ser considerada como la barrera biogeográfica más importante para corales duros en el occidente del país.

Desde la perspectiva de conservación y manejo puede decirse que los corales de BLA no tienen uso humano, aunque *Astrangia cortezi* ha llamado la atención de los acuaristas debido a su atractivo color. También, a principios de los noventa se comentó que en la región se estaban extrayendo colonias de *Porites panamensis* para su venta como "roca viva", pero esto nunca fue confirmado. Si consideramos la poca presión humana directa, y que en la localidad no hay problemas de sedimentación o aportes excesivos de nutrientes terrígenos, es válido afirmar que la condición actual de los corales escleractinios de BLA es óptima. Esto debe explicar la relativa abundancia de colonias de varios taxones, particularmente *Porites panamensis*, *Astrangia cortezi* y *Phyllangia consagensis*, y la ocurrencia común de conjuntos de 5 o más especies azooxanteladas en un sitio, evento poco frecuente en el Pacífico Oriental

Copyrighted material

Figura 1. *Porites panamensis*
Verrill, 1866 (diámetro de cáliz 1 mm)
Foto: I Sánchez-Alcántara

Copyrighted material

Figura 2. *Porites sverdrupi* Durham, 1947 (diámetro de cáliz 1 mm) Foto: I Sánchez-Alcántara

Figura 3. *Astrangia cortezi* Durham, 1947 (diámetro de cáliz 5.5 mm) Foto: I Sánchez-Alcántara

Copyrighted material

Figura 4. *Astrangia haimei* Verrill, 1866 (USNM 78844, diámetro de cáliz 6 mm) Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Figuraa 5. *Oulangia bradleyi* Verrill, 1866 (USNM 83585, diámetro de cáliz 14 mm). Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Copyrighted material

Figura 6. *Caryophyllia diomedeae* Marenzeller, 1904 (USNM 84794, diámetro de cáliz 13 mm) Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Figura 7. *Coenocyathus bowersi* Vaughan, 1906 (USNM 92920, diámetro de cáliz 14 mm) Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Copyrighted material

Figura 8. *Desmophyllum dianthus* (Esper, 1794) (USNM 19168, diámetro de cáliz 50 mm) Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Figura 9. *Heterocyathus aequicostatus* Milne Edwards y Haime, 1848 (USNM 97001, diámetro de cáliz 5 mm) Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Copyrighted material

Figura 10. *Paracyathus stearnsii* Verrill, 1869 (USNM 78615, diámetro de cáliz 22 mm) Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Figura 11. *Phyllangia consagensis* (Durham y Barnard, 1952) (USNM 93143, diámetro de cáliz 10 mm). Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Copyrighted material

Figura 12. *Balanophyllia cedrosensis* Durham, 1947 (USNM 19276, diámetro de cáliz 12 mm).
Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Copyright(c) Instituto

Figura 13. *Dendrophyllia oldroydae* Oldroyd, 1924 (USNM 84844, diámetro de cáliz 12 mm)
Foto: H Reyes-Bonilla y S González-Romero

Copyrighted material

a esta latitud. La buena condición ambiental de BLA también debe ser una de las razones por las que en esa zona podemos encontrar a dos de las cuatro especies endémicas de corales del Golfo de California: *Porites sverdrupi* y *Astrangia cortezi* (las restantes son *Astrangia californica* Durham y Barnard, 1952, restringida al Alto Golfo, y *Ceratotrochus franciscana* Durham y Barnard, 1952, exclusiva de la zona de La Paz; Reyes-Bonilla y Cruz-Piñón 2000). Tomando en cuenta todo lo anterior y el hecho que BLA es una de las zonas más ricas y biológicamente interesantes del Golfo de California puede verse la importancia de mantener la salud del sistema y por ello su incorporación al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas ha sido muy acertada.

Agradecimientos

La labor de campo se realizó con el apoyo de A González, A Rojas, L Álvarez, I Sánchez y D Paz (UABCS), y de UABCS-CIBNOR (Proyecto 05-2003, a HRB) y PRONATURA (cortesía de G Danemann y el personal de BLA, en particular, de F Smith). El financiamiento fue proporcionado por la National Fish and Wildlife Foundation. Para la toma de información en museos de los Estados Unidos se contó con fondos de proyectos CONACYT y CONABIO (convenios AS007, a LECA), y SEP-PROMEP (a HRB). Se agradece a A López (University of Iowa) y MD Herrero (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, CICIMAR) por su ayuda en la toma de datos de los especimenes de museo, y a E Barjau (MHNUABCS), S Cairns (USNM), D Haasl (UCMP), E Hochberg (SBMNH, AHF), R van Syoc (CASIZ), H Chaney y K Johnson (ICLACM), el permitirnos acceso a las colecciones a su cargo.

Resumen

Los corales pétreos (Scleractinia) de Bahía de los Ángeles han sido estudiados desde 1947. La baja temperatura y la elevada productividad de la región no favorecen la ocurrencia de arrecifes pero permiten el desarrollo de corales azooxantelados, autótrofos y muy tolerantes al frío. Este capítulo presenta el listado de corales pétreos registrados en la bahía y áreas adyacentes (Isla Ángel de la Guarda y Canal de Ballenas). También se dan características diagnósticas de las especies y se denotan aspectos sobre su distribución

Copyrighted material

geográfica y batimétrica, y sobre su biología. La información se obtuvo de la literatura, de visitas a 24 sitios de la bahía en el verano de 2004, y de la revisión de ejemplares en 7 museos de México y Estados Unidos. Los resultados muestran que hay 13 especies de escleractinios registrados en la región de estudio (2 zooxanteladas y 11 azooxanteladas). Esta cifra representa un incremento de 4 especies al listado previo para la bahía, y confirma que aún es incompleto nuestro conocimiento del lugar. La fauna coralina incluye dos especies endémicas del Golfo de California *(Astrangia cortezi* y *Porites sverdrupi)* y se caracteriza por una gran riqueza y abundancia local de colonias debido a que las condiciones son aceptables para el desarrollo de los escleractinios. La diferencia en riqueza entre la región de estudio y el Alto Golfo de California señala a las Grandes Islas como la principal frontera biogeográfica para corales en el occidente de México. Finalmente, tomando en cuenta la información presentada y la reducida presión antropogénica sobre el grupo, puede decirse que el estado de conservación de los corales pétreos en Bahía de Los Ángeles es óptimo. La inclusión de la zona en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas será crucial para que esto siga así.

Abstract

The stony corals (Scleractinia) of Bahía de los Ángeles have been studied since 1947. The low temperature and elevated productivity of the region does not favor the occurrence of reefs, however, these conditions allow for the development of autotrophic, azooxanthellate corals that are very tolerant to cold temperatures. This chapter presents a list of stony corals recorded in the bay and the adjacent areas of Ángel de la Guarda Island and the Ballenas Channel. In addition to the diagnostic characteristics of each species, aspects of their biology and geographic and bathymetric distributions are given. The information presented was obtained from the literature, visits to 24 sites in the bay and adjacent areas in the summer of 2004, and by the examination of samples from 7 museums in Mexico and the United States. The results show that there are 13 species of sceleractinean corals recorded in the study region (two zooxanthellates and 11 azooxanthellates). This figure represents an increase of four species to the Bahía de los Ángeles coral record and confirms that our understanding of the location is yet incomplete. The coral fauna includes two species endemic to the Gulf of Califor-

Copyrighted material

nia (*Astrangia cortezi* and *Porites sverdrupi*) and is characterized by great local richness and colony abundance resulting from favorable conditions for scleractinea development. The difference in richness between the study region and the Upper Gulf of California points to the Midriff Islands as the principal bio-geographic boundary for corals of Western Mexico. Finally, taking into account the information presented and the reduced anthropogenic pressure on this group, the state of conservation for the stony corals of Bahía de los Ángeles is optimum. The inclusion of the zone in Mexico's System of Natural Protected Areas will be instrumental to ensure its continued pristine condition.

Referencias

Brusca RC, Kimrey E, Moore W (eds.). 2004. *A seashore guide to the northern Gulf of California*. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson, 203 pp.

Cairns SD. 1991. A revision of the ahermatypic Scleractinia of the Galápagos and Cocos Islands. Smi*thsonian Contrib. Zool.* 504: 1–30.

Cairns SD. 1994. Scleractinia of the temperate North Pacific. *Smithsonian Contrib. Zool.* 557: 1–150.

Cairns SD. 1999. Species richness of recent Scleractinia. *Atoll Res. Bull.* 59. 1–46.

Cairns SD, Haussermann V, Försterra G. 2005. A review of the Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) of Chile, with the description of two new species. *Zootaxa* 1018: 15–46.

Cruz-Piñón G, Reyes-Bonilla H. 1999. Corales ahermatípicos del Pacífico tropical mexicano (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). *Ciencia y Mar* 3(7): 39–46.

Durham JW. 1947. Corals from the Gulf of California and the north Pacific coast of America. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 20: 1–68.

Durham JW, Barnard JL. 1952. Stony corals of the eastern Pacific collected by the Velero III and Velero IV. *Allan Hancock Pac. Exped.* 16: 1–110.

Forsman ZH. 2003. Phylogeny and phylogeography of *Porites* & *Siderastrea* (Scleractinia: Cnidaria) species in the Caribbean and Eastern Pacific; based on the nuclear ribosomal ITS region. PhD Dissertation. University of Houston.

Glynn PW, Ault JS. 2000. A biogeographic analysis and review of the far eastern Pacific coral reef region. *Coral Reefs* 19: 1–23.

Glynn PW, Colley SB, Eakin CM, Smith DB, Gassman NJ, Guzmán HM, del Rosario JB, Maté JL. 1994. Reef coral reproduction in the Eastern Pacific: Costa Rica, Panama and Galapagos Islands (Ecuador).II. Poritidae. *Mar. Biol.* 118: 191–208.

Copyrighted material

Horta-Puga G, Carricart-Ganivet JP. 1993. Corales pétreos recientes (Milleporina, Stylasterina y Scleractinia) de México. En: SI Salazar-Vallejo, NE González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México.* CONABIO/CIQRO, Chetumal. Pp. 66–80.

Hidalgo-González R, Álvarez-Borrego S, Zirino A. 1997. Mezcla en la región de las Grandes Islas: efecto en la pCO_2. *Cienc. Mar.* 23: 317–327.

López-Pérez RA, Reyes-Bonilla H, Budd AF, Correa-Sandoval F. 2003. The taxonomic status of *Porites sverdrupi*, an endemic coral of the Gulf of California. *Cienc. Mar.* 29: 677–691.

Medina-Rosas P. 2006. Estudios de reclutamiento coralino en el Pacífico Mexicano. III Congreso Mexicano de Arrecifes de Coral. Cancún, Quintana Roo, México.

Mora-Pérez M, García-Domínguez AF, Reyes-Bonilla H. 2006. Reproducción del coral *Porites panamensis* Verrill, 1866 (Anthozoa: Scleractinia) en Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. III Congreso Mexicano de Arrecifes de Coral. Cancún, Quintana Roo, México.

Parker RH. 1964. Zoogeography and ecology of some macroinvertebrates, particularly mollusks, in the Gulf of California and the continental slope off México. Vidensk. *Meddelelser fra Dansk Naturhistorisk Forenig* 126: 1–178.

Reyes-Bonilla H. 1993. Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico de México. En: SI Salazar-Vallejo, NE González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México.* CONABIO/CIQRO. Chetumal. Pp. 207–222.

Reyes-Bonilla H. 2003. Coral reefs of the Pacific coast of México. En: J Cortés (ed.), *Coral reefs of Latin America.* Elsevier, Amsterdam. Pp. 331–349.

Reyes-Bonilla H, Calderón-Aguilera LE. 1994. Parámetros poblacionales de *Porites panamensis* (Anthozoa: Scleractinia) en el arrecife de Cabo Pulmo, México. *Rev. Biol. Tropic.* 42: 121–128.

Reyes-Bonilla H, Cruz-Piñón G. 2000. Biogeografía de los corales ahermatípicos (Scleractinia) del Pacífico de México. *Cienc. Mar.* 26: 511–531.

Reyes-Bonilla H, Riosmena-Rodríguez R, Foster MS. 1997. Hermatypic corals associated with rhodolith beds in the Gulf of California. *Pac. Sci.* 51: 328–337.

Reyes-Bonilla H, Calderón-Aguilera LE, Cruz-Piñon G, Medina-Rosas P, Lopéz-Pérez RA, Herrero-Pérezrul MD, Leyte-Morales GE, Cupul-Magaña AL, Carriquiry-Beltrán JD. 2005. *Atlas de corales pétreos* (Anthozoa: Scleractinia) del Pacífico mexicano, 124 pp.

Copyrighted material

Soto-Mardones L, Marinone SG, Parés-Sierra A. 1999. Variabilidad espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 25: 1–30.

Squires DF. 1959. Corals and coral reefs in the Gulf of California. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 118: 367–432.

Verrill AE. 1866. On the polyps and corals of Panama, with descriptions of new species. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.* 10: 323–357.

Veron JEN. 2000. *Corals of the World.* Vol. 1–3. Australian Institute of Marine Science.

Wilson EC. 1996. Stony corals from Rocas Alijos. En: RW Schmieder (ed.), *Rocas Alijos.* Kluwer, Dordrecht. Pp. 263–268.

Copyrighted material

Copyrighted material

11 *Opistobranquios*

Hans Bertsch

Con gratitud, afecto y respeto, dedico este trabajo a Rosa del Carmen Campay-Villalobos, Tom Smith, y el pueblo de Bahía de los Ángeles.
In memoriam: Benjamin Casillas-López (1976–2007)

Las costas del Golfo, tan ricas para el coleccionista, deben estar todavía bastante intactas... No tuvimos tiempo para la recolección lenta y cuidadosa que es necesario realizar antes de poder establecer la verdadera descripción del trasfondo de la vida.
John Steinbeck, 1941, *The Log from the Sea of Cortez*

Introducción

Los estudios de base sobre la fauna de invertebrados marinos de Bahía de los Ángeles (BLA) son particularmente importantes para contar con información que pueda ser utilizada por la recién decretada Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y canales de Ballenas y Salsipuedes para establecer reglas para la conservación de la biodiversidad y para dar seguimiento a los cambios posteriores a su establecimiento. De hecho, como anotan Hendriks

Copyrighted material

et al. (2006) "Debemos incrementar nuestro conocimiento de cómo trabaja el ecosistema oceánico global a fin de diseñar redes de áreas protegidas que preserven de manera efectiva la biodiversidad."

Descripciones del hábitat a lo largo del Mar de Cortés

Es posible encontrar descripciones generales de la biología, la fisiografía y el ambiente físico de BLA, así como de las zonas inter y submareal de sus arrecifes rocosos, y de estas características a lo largo del Mar de Cortés, en trabajos como los de Roden y Groves (1959), Barnard y Grady (1968), Robinson (1973), Brusca (1980), Bertsch (1991) y otros. Schwartzlose *et al.* (1992) proporcionan una amplia bibliografía del Mar de Cortés.

Estudios sobre moluscos en Bahía de los Ángeles

Por muchos años nuestro conocimiento de la fauna de moluscos en BLA se ha basado principalmente en colecciones esporádicas o listas taxonómicas de especies recolectadas en un amplio rango de localidades a lo largo de la bahía, pero sin realizar un seguimiento continuo de localidades específicas (e.g., ver Steinbeck y Ricketts 1941, McLean 1961, Coan 1968, Poorman y Poorman 1978, Hertz 1978a, b). Farmer (1990) y García-Aguirre y Buckle-Ramírez (1989) han discutido brevemente sobre la sustentabilidad del recurso *Modiolus capax* (Conrad 1837).

Dos trabajos sobre la pesquería de la almeja *Pecten vogdesi* Arnold, 1906, hacen afirmaciones bastante contradictorias respecto a su situación. Coan (1973) afirma que "la pesquería aparentemente [es] bastante exitosa," mientras Wolfson (1970) menciona que "el autor realizó un estudio sobre la desaparición de almejas comestibles en el área. Es importante enfatizar que, debido a la sobrepesca de este recurso, su pesquería no se ha realizado en el área desde hace más de 25 años (H Bertsch obs. pers.).

Otros estudios sobre moluscos bivalvos incluyen el de Serrano-Guzmán y Ávalos-Borja (1991) sobre estadios larvarios de almejas, y el de Islas-Olivares (1982) respecto al cultivo del ostión japonés *Crassostrea gigas*.

La mayoría del conocimiento con que contamos sobre la fauna de opistobranquios proviene de estudios taxonómicos de corto plazo. En esta región

Copyrighted material

se encuentran las localidades típicas de 11 especies clasificadas: *Okenia angelensis* Lance, 1966 (así nombrada por ser de "la zona intermareal más baja de Bahía de los Ángeles"); *Cerberilla pugnoarena* Collier y Farmer, 1964, y *Eubranchus cucullus* Behrens, 1985 (ambas nombradas en Puerto Refugio, Isla Ángel de la Guarda); *Nembrotha hubbsi* Lance, 1968 (Isla La Ventana), ahora sinónima de *Tambja eliora* (Marcus y Marcus, 1967); *Cuthona longi* Behrens, 1985 (Isla Rasa); y cinco especies de Punta La Gringa: *Bajaeolis bertschi* Behrens y Gosliner, 1988; *Polycerella glandulosa* Behrens y Gosliner, 1988; *Trapania goslineri* Millen y Bertsch, 2000; *Peltodoris lancei* Millen, en Millen y Bertsch, 2000; *Okenia angelica* Gosliner y Bertsch, 2004; y *Dendrodoris stohleri* Millen y Bertsch, 2005.

Se han reportado estudios de largo plazo de opistobranquios de la región por Bertsch (1995, 2002; historia natural de *Doriopsilla gemela*), Bertsch *et al.* (1998; diferencias en la estructura de las comunidades entre sitios de Punta La Gringa/Cuevitas e Isla/Puerto Don Juan); y Gosliner y Bertsch (2004; variaciones anuales y mensuales de la densidad de *Okenia angelica* de 1992 a 2001).

El presente es un estudio de base de 10 años sobre las poblaciones de opistobranquios en dos sitios costeros aproximadamente 10 km al norte del poblado de BLA, que permitirá realizar comparaciones futuras con respecto a la salud de estas poblaciones o sus cambios. Este es el primer conjunto de datos de largo plazo sobre la ocurrencia y las variaciones anuales entre especies y especímenes de un grupo de invertebrados marinos en BLA.

Importancia y ejemplos selectos de estudios longitudinales

Cada vez es más reconocida la importancia de los estudios longitudinales de largo plazo para determinar la extinción de las especies, la degradación del hábitat, y el manejo de recursos. Entre varios estudios de largo plazo en otras regiones y hábitats, Thomas *et al.* (2004) y Foster y Aber (2004) describen estudios periódicos de comunidades de plantas terrestres, aves y mariposas. Diller (2004) y Milius (2004) discuten variaciones en las poblaciones del pingüino *Spheniscus magellanicus* (Forster, 1781), que se alimenta de moluscos, y en las poblaciones de orcas.

Durante décadas los aficionados han estado aportando una importante cantidad y diversidad de datos sobre aves (Censo de Aves Audubon: www.

Copyrighted material

audubon.org/bird/cbcl) y peces marinos (Gran Censo Anual de Peces: www.fishcount.org).

Jackson *et al.* (2001) y Lotze *et al.* (2006) describen la sobrepesca histórica y el colapso reciente de ecosistemas costeros. Numerosos investigadores gubernamentales y académicos están desarrollando estudios de largo plazo sobre miembros de las comunidades de arrecifes coralinos. Entre otros temas, éstos incluyen la recuperación después de eventos depredatorios mayores (Walbran *et al.* 1989), el deterioro de los ecosistemas de arrecifes coralinos (Pandolfi *et al.* 2003), los efectos del deterioro de los arrecifes de coral en la biodiversidad de peces (Jones *et al.* 2004), y el futuro de los arrecifes de coral respecto a las áreas marinas protegidas (Mora *et al.* 2006) y las importantes limitaciones que representan los problemas reproductivos y la degradación y fragmentación del hábitat, y el efecto de los cambios de temperatura del mar en el blanqueamiento de los corales (Knowlton 2001).

La mayoría de los estudios sobre opistobranquios se refieren a localidades en la zona intermareal de aguas templadas. Todd (1981) y Trowbridge (2002) aportan síntesis y fuentes bibliográficas. Trowbridge (1993) estudió la estructura poblacional de dos especies de sacoglosos durante un periodo de cuatro meses. Nybakken (1974, 1978) estudio la abundancia, diversidad y variabilidad temporal de nudibranquios intermareales de la costa central de California a lo largo de periodos de 27 y 40 meses.

Materiales y métodos

En este estudio dentro de BLA se revisaron dos localidades accesibles desde la costa: Punta La Gringa (29°02.57'N; 113°32.3'W) y Cuevitas (29°03.39'N; 113°32.37'W). Esos sitios se encuentran separados entre sí por menos de una milla náutica y aproximadamente 10 km al norte del pequeño pueblo pesquero y turístico de BLA; ambos presentan arrecifes de roca basáltica y sustratos de arena/fango/limo y grava fina de roca y conchilla (Bertsch 1991).

En el periodo de 10 años de enero de 1992 al 1 diciembre de 2001, el autor realizó 211 buceos de investigación, totalizando 229.3 horas de búsqueda. Durante cada buceo se identificó, contó y midió cada espécimen de opistobranquio encontrado. Camacho-García *et al.* (2005) y Behrens y Hermosillo (2005) proporcionan descripciones y fotografías a color de todas las especies.

Copyrighted material

Los datos recolectados por compañeros de buceo de seguridad no se utilizaron en este análisis para asegurar el rigor y controlar la homogeneidad en la calidad de la toma de datos. La recolección de especímenes fue la mínima necesaria para fines taxonómicos, así como para no sesgar los datos al eliminar muchos miembros de la población.

El método de estudio de la densidad relacionó el número de especímenes y especies por unidad de tiempo de búsqueda (Nybakken 1974, 1978). Este método es mejor estadísticamente y más realista para observar y encontrar opistobranquios (más que el tradicional sistema de transectos y cuadrantes) dado el altamente azaroso patrón de distribución de estos organismos.

Resultados

Durante el período de estudio se contaron e identificaron 6095 especímenes de moluscos opistobranquios en los dos sitios, con un conteo total de al menos 81 especies (algunos no pudieron ser identificados, y algunos en realidad pudieron haber sido más de una especie debido a su difícil identificación).

En el Anexo 1 se enlistan los números totales de especímenes de cada especie, el total de especímenes y el tiempo de búsqueda, así como la densidad total de especies y especímenes.

Bahía de los Ángeles soporta un importante cambio en la temperatura del agua de mar cerca de la superficie, de 58° a 83°F (14–28°C) a lo largo del año (Robinson 1973). Estos cambios extremos en la temperatura del agua, junto con los efectos de la surgencia de nutrientes, contribuyen al gran número de especies en estos dos sitios de estudio.

Existe una notable combinación de especies de dos diferentes provincias faunísticas: el Pacífico Oriental Tropical, y la templada California. Algunas especies de esta última región ocurren al norte del límite provincial ubicado en el área de Bahía Tortugas, Punta Eugenia, Isla Cedros y Bahía Sebastián Vizcaíno, mientras que las especies panámicas ocurren típicamente a sur de Bahía Magdalena (Keen 1971). La región intermedia puede ser considerada una frontera ecotonal provincial (Bertsch 1993) donde podría esperarse que ocurrieran ambos grupos de especies. De las 75 especies claramente identificadas, 44 (58.6%) son sólo panámicas, y 31 (41.3%) son especies californianas

Copyrighted material

Flabellina iodinea (manto español). Autor: Octavio Aburto

Chromodoris marislae (dórido de Marisla). Autor: Octavio Aburto

Copyrighted material

bien conocidas, registradas al norte de la región ecotonal provincial. Cabe hacer notar que varias de estas últimas especies pueden ocurrir al norte de este ecotono sólo durante eventos El Niño. También existen esoecies del Indo-Pacífico como *Berghia major, Eubranchus misakiensis*, y *Phestilla lugubris* (ver Skoglund 2002 para más referencias), y especies circuntropicales como *Limenandra nodosa* (Bertsch 1972, 1979).

Collier y Farmer (1964) reportaron una especie del Caribe, *Dendrodoris atropos* (Bergh 1879), en el Mar de Cortés, pero su nombre es una sinonimia menor (ver Keen 1971) de *D. krebsii* (Mörch 1863). Esyos especímenes del Pacífico Oriental ahora se consideran sinonimias de *D. fumata* Rüppell y Leuckart, 1830, una especie del Indo-Pacífico (Behrens 2004).

El Anexo 1 sintetiza los datos de las 22 especies más comúnmente encontradas (>25 especímenes): horas de búsqueda, número total de especies y densidad, y cantidad total de especímenes y densidad anual. Las tablas 4–13 del material suplementario en línea www.slugsite.us/hans/Hans_Page_01.htm) presenta el número de especímenes y la densidad por hora durante cada uno de los periodos de búsqueda en 10 años. Estos datos se proporcionan para que los futuros investigadores puedan comparar o contrastar datos en futuros estudios de largo plazo.

Tabla 1. Número total de especies y especimenes por hora/por año de los opistobranquios más comunes; para la lista de especies ver la tabla 1

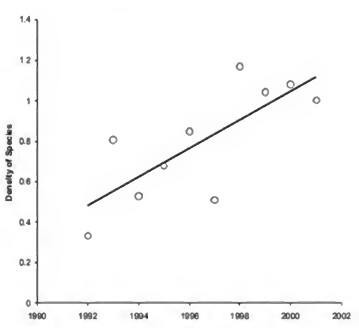
Año	Horas de búsqueda	Número total de especies	Número total de especimenes	Densidad	Densidad
1992	7.02	21	0.33	831	118.38
1993	23.57	19	0.86	645	27.37
1994	41.75	22	0.53	1022	24.48
1995	30.95	21	0.68	724	23.39
1996	24.8	21	0.85	410	16.53
1997	36.55	21	0.51	882	24.13
1998	13.72	16	1.17	242	17.64
1999	18.3	19	1.04	286	15.63
2000	15.7	17	1.08	277	17.64
2001	16.93	17	1.004	177	10.45

Copyrighted material

Se realizaron análisis estadísticos de las nueve especies (*Aeolidiella chromosoma, Berthellina ilisima, Dendrodoris fumata, Doriopsilla albopunctata, Doriopsilla gemela, Elysia diomedea, Histiomena convolvula, Phestilla lugubris* and *Phidiana lascrucensis*) observadas más de 100 veces durante el periodo de studio de 10 años (los números en los que se basaron estos estudios pueden encontrarse en el material suplementario en línea). Estas 9 especies se analizaron debido a su predominancia numérica en la comunidad. Los 4999 especímenes de estas nueve especies representan 82% de la fauna de opistobranquios en estas localidades.

Los análisis de regresión de los datos de búsqueda presentan resultados significativamente diferentes entre la densidad de especies y de especímenes durante este periodo de tiempo. En la figura 1 se grafica la correlación entre la densidad por hora del número de especies por año durante el periodo de estudio. El coeficiente de correlación es 0.071, y se observa un claro nivel de significancia ($P \leq 0.01$). La correlación entre la densidad por hora del número de especímenes por año muestra un patrón opuesto, con una pendiente negativa (fig. 2a) y un coeficiente de correlación de −0.07, a un alto nivel de significancia ($P \leq 0.007$).

Figura 1. Densidad de las nueve especies más comunes de opistobranquios en el área de estudio (1992-2001)



Copyrighted material

Así, en un lapso de 10 años (1992–2001) la densidad total de estas nueve especies se incrementó, pero la densidad de especímenes disminuyó. Las diferencias para ambos resultados respecto a todos los organismos observados (usando el método de densidad por hora de búsqueda) fueron estadísticamente significativas.

Dentro de las especies individuales existieron dos patrones de densidad diferentes: siete especies (con un total de 2845 especímenes) no mostraron un cambio estadísticamente significativo en su densidad durante el periodo de estudio. Una especie representativa de éstas fue *Aeolidiella cromosoma*, cuya regresión se ilustra en la figura 2b ($r = 0.0018$, $P \geq 0.958$). Los datos de regresión para las otras seis especies (que no muestran una correlación significativa, i.e., no hay cambios en su densidad) son: *Berthellina ilisima* ($r = -0.04$, $P \geq 0.395$), *Dendrodoris fumata* ($r = -0.046$, $P \geq 0.12769$), *Doriopsilla gemela* ($r = -0.12769$, $P \geq 0.0839$), *Doriopsilla albopunctata* ($r = -0.08379$, $P \geq 0.144$), *Histiomena convolvula* ($r = -0.052$, $P \geq 0.08$), y *Phidiana lascrucensis* ($r = 0.007$, $P \geq 0.86$). Estas siete especies no contribuyeron significativamente al declive en la densidad de la mayor cohorte de opistobranquios de 1992 a2001. Sus densidades permanecieron básicamente constantes a lo largo del periodo.

Dos especies (con un total de 2154 organismos observados) mostraron disminuciones significativas en la densidad de sus poblaciones. *Phestilla lugubris*, una especie de se alienta de los corales *Porites* mostró un coeficiente de regresión (fig. 2c) de -0.1044 ($P \leq 0.0476$).

Lo más importante fue la dramática disminución de la densidad poblacional de *Elysia diomedea* (fig. 2d), cuyo coeficiente de regresión resultó de -0.16991 ($P \leq 0.0004$).

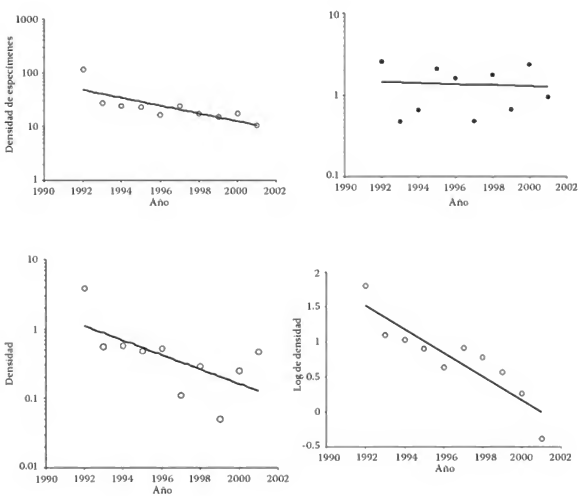
La significativa disminución de la densidad se debió al efecto de haber juntado todos los datos del primer conjunto de siete especies con el gran número de especímenes observados de *Elysia diomedea* y *Phestilla lugubris*, quienes presentaron grandes y precipitadas disminuciones en la densidad de sus especímenes. De 1992 a 2001 las densidades por hora de *E. diomedea* y *P. lugubris* disminuyeron, respectivamente, de 64.96 a 0.41 y de 3.85 a 0.47.

La taxonomía e historia natural de estas dos especies de opistobranquios son notablemente diferentes.

El sacogloso *Elysia diomedea* se alimenta de algas marinas, célula por célula, chupando su contenido y pasando cloroplastos totalmente funcionales

Copyrighted material

Figura 2. Densidad de opistobranquios durante el periodo 1992–2001: (a) Densidad decreciente de especímenes (número total de especímenes = 4999); (b) densidad constante de *Aeolidiella chromosoma* (n = 268); y disminución en la densidad de (c) *Phestilla lugubris* y (d) *Elysia diomedea*



a través de su cuerpo donde estos organelos fotosintetizan y le suministran nutrientes. Todavía no se sabe si este declive fue causado por cambios en las condiciones hidrográficas, en las densidades de algas o en la calidad del hábitat, o si simplemente se trata de un ciclo poblacional normal.

El nudibranquio eólido *Phestilla lugubris* se alimenta de corales (en el Mar de Cortés, de *Porites californica* Verrill, 1868), depositando sus huevecillos muy cerca de su presa, usualmente bajo las rocas. Su declive no podrá ser explicado hasta que no se lleven a cabo monitores más frecuentes y detallados. Como se discutió anteriormente (cf. ejemplos selectos de estudios lon-

Copyrighted material

gitudinales), en todo el mundo se han presentado estos patrones de declives en ecosistemas submareales tropicales.

Addendum

Comparaciones de densidad y tamaño de los cromodorideos a lo largo del Mar de Cortés y en Bahía de los Ángeles

Los géneros y especies de cromodorideos casi siempre muestran una distribución tropical. Aunque la fauna de opistobranquios de BLA es primordialmente (58.6%) del Pacífico Oriental Tropical (= provincia faunística panámica, sólo 66 de los 6095 especímenes encontrados fueron identificados como miembros de los géneros Chromodorididae *Chromodoris*, *Glossodoris*, *Hypselodoris* y *Mexichromis* (0.0108%). De las ocho especies encontradas en las localidades estudiadas en BLA (Anexo 1), *Chromodoris norrisi* se registro 32 veces (densidad total = 0.13955 especímenes por hora), mientras que *Hypselodoris ghiselini* sólo se registró 16 veces (densidad toral = 0.0698 por hora).

En otro estudio (observación personal, abril y junio de 1985) las densidades por hora de *Chromodoris norrisi* y *Hypselodoris ghiselini* se revirtieron siendo respectivamente 5.97 y 16.1 veces mayores en el extremo sur del Mar de Cortés (Las Arenas, 24°03'N; 109°49'W, e Isla Cerralvo, ~24°08'N; 109°49'W). Como parte de ese estudio comparativo se encontró que tales especies eran más grandes en esas localidades de Baja California Sur que en BLA. En BLA y Las Arenas/Isla Cerralvo los tamaños medios corporales totales fueron, respectivamente de 12.77 mm and 19.18 mm para *C. norrisi*, y de 31.66 mm and 46.32 mm para *H. ghiselini*.

Chromodoris norrisi (tabla 2) fue más frecuente y tuvo una mayor longitud total media durante los meses de junio y julio, a principios del verano, a pesar de que la temperatura superficial del mar es mayor (más tropical) en agosto y septiembre (Robinson 1973).

Se puede consultar material suplementario en línea (tablas 4–13) en: www.slugsite.us/hans/Hans_Page_01.htm.

Copyrighted material

Tabla 2. Longitudes totales (mm) de los especimenes de *Chromodoris norrisi* de BLA de enero de 1992 a diciembre de 2001

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1992	5	3		21	10	3	20				8	
1993		10		8		17	18				7	
1994		9				16	23					
1995						17	19					
1996						26	13					
1997							13					
1998						11						
1999		12				22						
2000+												
2001							28, 23					
18, 13	13											
Longitud media	5	8.5		14.5		16	18.8	13			7.5	

+ En 2000 no fue encontrado ningún espécimen.

[Copyrighted material]

Agradecimientos

Los análisis estadísticos fueron proporcionados por J Crooks, Coordinador de Investigación de la Tijuana River National Estuarine Research Reserve. Gracias a todos los que participaron como compañeros de buceo de seguridad durante todos estos años en Punta La Gringa y Cuevitas, especialmente a los que con frecuencia me acompañaron bajo el agua en los 10 años que duró el estudio: Tom Smith, Michael D Miller, Brian Coleman y Alan Grant, ¡amigos y colegas fuera y dentro del agua! A mis queridos amigos de BLA: José Estrada, Delia Oleta, Carolina Espinoza, Antonio Reséndiz and Betty Reséndiz. Para ellos y muchos otros que recorrieron la Carretera Transpeninsular conmigo, ¡un abrazo afectuoso y fuerte!

Agradezco a mi esposa, Rosa del Carmen Campay, por su entendimiento y apoyo.

Resumen

De enero de 1992 a diciembre de 2001 se realizaron buceos de investigación en dos sitios costeros al norte del pueblo de Bahía de los ángeles (BLA), Baja California, usando como medida la densidad por unidad de tiempo. Se obtuvieron 6095 especímenes de moluscos opistobranquios, de aproximadamente 81 especies. Nueve de estas especies fueron encontradas más de 100 veces cada una, totalizando 4999 especímenes (82% del total). Los análisis de regresión de estas especies mostraron que, en general, la densidad de especies por año se incrementó ($P \leq 0.01$), pero el número de especímenes disminuyó significativamente ($P \leq 0.007$). Las comparaciones de ocho especies de nudibranquios cromodorideos entre sitios de BLA y Punta Arenas/Isla Cerralvo, en Baja California Sur, indican mayores densidades y mayores longitudes corporales totales para dos de las especies en BLA.

Abstract

From January 1992 to December 2001 research dives were conducted at two shoreline sites north of the town of Bahía de los Ángeles (BLA), Baja California, using the total density per unit of time. This yielded 6095 specimens

Copyrighted material

of opisthobranch molluscs, and approximately 81 species. Nine species were each encountered over 100 times, totaling 4999 specimens (82% of the total number). Regression analyses on these species showed that over all the density of species per year significantly increased ($P \leq 0.01$), but the number of specimens significantly decreased ($P \leq 0.007$). Comparisons of eight species of Chromodoridídae nudibranchs between sites at BLA and Punta Arenas/ Isla Cerralvo, Baja California Sur, indicate higher densities and larger total body lengths for two species in BLA.

Referencias

Barnard JL, Grady JR. 1968. A biological survey of Bahía de los Ángeles, Gulf of California, Mexico. I. General account. Trans. *San Diego Soc. Natl. Hist.* 15 (6): 51–66.

Behrens DW. 2004. Pacific coast nudibranchs, Supplement II. New species to the Pacific coast and new information on the oldies. *Proc. Calif. Acad. Sci.* 55 (2): 11–54.

Behrens DW, Hermosillo A. 2005. *Eastern Pacific Nudibranchs: A Guide to the Opisthobranchs from Alaska to Central America*. Sea Challengers, Monterey, California, vi + 137 pp.

Bertsch H. 1972. Two additions to the opisthobranch fauna of the southern Gulf of California. *The Veliger* 15 (2): 103–106.

Bertsch H. 1979. Tropical faunal affinities of opisthobranchs from the Panamic province (Eastern Pacific). *The Nautilus* 93 (2–3): 57–61.

Bertsch H. 1991. Seasonal, geographic and bathymetric distribution of opisthobranchs at Bahía de los Ángeles, BC, Mexico. *West. Soc. Malacol. Annu. Rep.* 23: 18.

Bertsch H. 1993. Opistobranquios (Mollusca) de la costa occidental de México. In: SI Salazar-Vallejo y NE González (eds.), *Biodiversidad marina y costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México. Pp. 253–270.

Bertsch H. 1995. Biogeographic microcosms: ecological contrasts and variations in long-term regional faunal studies (Gulf of California, Mexico). *West. Soc. Malacol. Annu. Rep.* 27: 4–5.

Bertsch H. 2002. The natural history of *Doriopsilla gemela* Gosliner, Schaefer and Millen, 1999 (Opisthobranchia: Nudibranchia), at Bahía de los Ángeles, BC, México. *West. Soc. Malacol. Annu. Rep.* 33: 7–8.

Copyrighted material

Bertsch H, Miller MD, Grant A. 1998. Notes on opisthobranch community structures at Bahía de los Ángeles, Baja California, México (June 1998). *Opisthobranch Newsl.* 24 (8): 35–36.

Brusca RC. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*, revised and expanded second edition. University of Arizona Press, Tucson, Arizona, xx + 513 pp.

Camacho-García Y, Gosliner TM, Valdés Á. 2005. *Guía de campo de las babosas marinas del Pacífico Este Tropical.* California Academy of Sciences, San Francisco, California, 129 pp.

Coan EV. 1968. A biological survey of Bahía de los Ángeles, Gulf of California, México. III. Benthic Mollusca. Trans. *San Diego Soc. Natl. Hist.* 15 (8): 107–132.

Coan EV. 1973. The scallop fishery at Bahía de los Ángeles. Echo 5: 24.

Collier CL, Farmer WM. 1964. Additions to the nudibranch fauna of the east Pacific and the Gulf of California. *Trans. San Diego Soc. Natl. Hist.* 13 (19): 377–396.

Diller F. 2004. South beach diet: mollusk shells provide penguin parents-to-be with the calcium they need. *Am. Sci.* 92 (4): 322–323.

Farmer WM. 1990. Observations on *Modiolus capax* at Bahía de los Ángeles. Festivus 22 (11): 121.

Foster DR, Aber JD (eds.). 2004. *Forests in Time: The Environmental Consequences of 1,000 Years of Change in New England.* Yale University Press, New Haven, Connecticut, 491 pp.

García-Aguirre MC, Bückle-Ramírez LF. 1989. Ciclo reproductivo del mejillón *Modiolus capax* (Conrad, 1873) (Bivalvia, Mytilidae, Anisomyaria) en la Bahía de los Ángeles, Baja California, México. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol. UNAM* 16 (1) 157–170.

Gosliner TM, Bertsch H. 2004. Systematics of *Okenia* from the Pacific coast of North America (Nudibranchia: Goniodoridídae) with descriptions of three new species. P*roc. Calif. Acad. Sci.* 55 (22): 414–430.

Hendriks IE, Duarte CM, Heip CHR. 2006. Biodiversity research still grounded. Science 312 (5781): 1715.

Hertz J. 1978a. Minute shells. *The Festivus* 10 (1): 91.

Hertz J. 1978b. Minute shells. *The Festivus* 10 (3): 27.

Islas-Olivares R. 1982. Análisis económico en el cultivo del ostión japonés (*Crassostrea gigas*) en Puerto Don Juan, Bahía de los Ángeles, BC. *Cienc. Mar.* 8 (2): 55–68.

Jackson JBC, Kirby MX, Berger WH, Bjorndal KA, Botsword LW, Bourque BJ, Bradbury RH, Cooke R, Erlandson J, Estes JA, Hughes TP, Kidwell S, Lange CB, Lenihan

Copyrighted material

HS, Pandolfi JM, Peterson CH, Steneck RS, Tegner MJ, Warner RR. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293 (5530): 629–637.

Jones GP, McCormick MI, Srinivasan M, Eagle JV. 2004. Coral declines threatens fish biodiversity in marine reserves. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 101 (21): 8251–8253.

Keen AM. 1971. *Sea shells of tropical west America. Marine mollusks from Baja California to Peru*, second edition. Stanford University Press, Stanford, California. xiv + 1064 pp.

Knowlton N. 2001. The future of coral reefs. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 98 (10): 5419–5425.

Lotze HJ, Lenihan HS, Bourque BJ, Bradbury RH, Cooke RG, Kay MC, Kidwell SM, Kirky MX, Peterson CH, Jackson JBC. 2006. Depletion, degradation, and recovery potential of estuaries and coastal seas. *Science* 312 (5781): 1806–1809.

McLean JH. 1961. Marine mollusks from Los Angeles Bay, Gulf of California. *Trans. San Diego Soc. Natl. Hist.* 12 (28): 449–476.

Milius S. 2004. Din among the Orcas: are whale watchers making too much noise? Sci. News 165 (18) 275–276.

Mora C, Andréfouet S, Costello MJ, Kranenburg C, Rollo A, Vernon J, Gaston KJ, Myers RA. 2006. Coral reefs and the global network of marine protected areas. *Science* 312 (5781): 1750–1751.

Nybakken J. 1974. A phenology of the smaller dendronotacean, arminacean and aeolidacean nudibranchs at Asilomar State Beach over a twenty-seven month period. *The Veliger* 16 (4): 370–373.

Nybakken J. 1978. Abundance, diversity and temporal variability in a California intertidal nudibranch assemblage. *Mar. Biol. 45* (2): 129–146.

Pandolfi JM, Bradbury RH, Sala E, Hughes TP, Bjorndal KA, Cooke RG, McArdle D, McClenachan L, Newman MJH, Paredes G, Warner RR, Jackson JBC. 2004. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science* 301 (5635): 955–958.

Poorman FL, Poorman LH. 1978. Additional molluscan records from Bahía de los Ángeles. *The Veliger* 20 (4): 369–374.

Robinson MK. 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico. *San Diego Soc. Natl. Hist. Mem.* 5: 97 pp.

Roden GI, Groves GW. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *J. Mar. Res.* 18 (1): 10–35.

Copyrighted material

Schwartzlose RA, Álvarez-Millán D, Brueggeman P. 1992. *Golfo de California: Bibliografía de las Ciencias Marinas*. UABC, Ensenada, Baja California. iii + 425 pp.

Serrano-Guzmán SJ, Ávalos-Borja M. 1991. Identificación de larvas pediveliger de bivalvos en Bahía de los Ángeles, Baja California. En: Asociación de Investigadores del Mar de Cortés, AC. III Congreso, Guaymas, Sonora. 10–12 de Abril de 1991, p. 34.

Skoglund C. 2002. Panamic province molluscan literature. Additions and changes from 1971 through 2001. III. Gastropoda. *The Festivus* XXXIII, Supplement: xi + 286 pp.

Steinbeck J, Ricketts EF. 1941. *Sea of Cortez: a Leisurely Journal of Travel and Research*. Paul P. Appel, Publisher, Mamaroneck, New York. x + 598 pp.

Thomas JA, Telfer MG, Roy DB, Preston CD, Greenwood JJD, Asher J, Fox R, Clarke RT, Lawton JH. 2004. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science* 303 (5665): 1879–1881.

Todd CD. 1981. The ecology of nudibranch Mollusca. *Ocean. Mar. Biol. Annu. Rev.* 19: 141–234.

Trowbridge CD. 1993. Population structure of two common species of ascoglossan (= sacoglossan) opisthobranchs on the central coast of Oregon, USA. *The Veliger* 36 (2): 99–106.

Trowbridge CD. 2002. Northestern Pacific sacoglossan opisthobranchs: natural history review, bibliography, and prospectus. *The Veliger* 45 (1): 1–24.

Walbran PD, Henderson RA, Jull AJJ, Head MJ. 1989. Evidence from sediments of long-term *Acanthaster planci* predation on corals of the Great Barrier Reef. *Science* 245 (4920): 847–850.

Wolfson F. 1970. Bahía de los Ángeles. *The Echo* 2: 36. www.slugsite.us/hans/Hans_Page_01.htm.

Copyrighted material

Anexo 1. Composición de especies observada durante el periodo de 10 años de 1992 a 2001 en La Gringa y Las Cuevitas, Bahía de los Ángeles

Especies	Abundancia (número de especímenes)
Acanthodoris pina (Marcus y Marcus, 1967) P	11
Acanthodoris rhodoceras Cockerell, en Cockerell y Eliot, 1905 *	2
Acteocina spp.	4
Aegires albopunctatus MacFarland, 1905 *	4
Aeolidiella chromosoma (Cockerell, en Cockerell y Eliot, 1905) *	268
Aplysia californica Cooper, 1863 *	64
Aplysia parvula Mörch, 1863 P	20
Aplysia vaccaria Winkler, 1955 *	1
Baeolidia nodosa (Haefelfinger y Stamm, 1958) P	13
Bajaeolis bertschi Gosliner y Behrens, 1986 P	46
Berghia major (Eliot, 1903) P	3
Berthella stellata (Risso, 1826) P	7
Berthellina ilisima Marcus y Marcus, 1967 *	297
Bornella sarape Bertsch, 1980 P	1
Bulla gouldiana Pilsbry, 1893 *	9
Cephalaspidean shell	8
Chromodoris galexorum Bertsch, 1978 P	1
Chromodoris marislae Bertsch, en Bertsch, Ferreira, Farmer y Hayes, 1973 P	2
Chromodoris norrisi Farmer, 1963 P	32
Cuthona yellow sp. nov. P	6
Dendrodoris fumata (Rüppell y Leuckart, 1831) P	272
Dendrodoris sp. nov. P	1
Dendronotid	1
Diaulula sp. nov. P	1
Dirona picta MacFarland, en Cockerell y Eliot, 1905 *	5
Discodoris ketos (Marcus & Marcus, 1967) P	93
Dorid spp.	4
Doriopsilla albopunctata (Cooper, 1863) *	311
Doriopsilla gemela Gosliner, Schaefer yMillen, 1999 *	1230
Doriopsilla janaina Marcus, 1967 P	19
Doris pickensi Marcus y Marcus, 1967 P	21
Doto kya Marcus, 1961 *	2
Doto lancei Marcus y Marcus, 1967 *	5
Doto sp.	1
Elysia diomedea (Bergh, 1894) P	2041
Elysia hedgpethi Marcus, 1961 *	3

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. Composición de especies observada durante el periodo de 10 años de 1992 a 2001 en La Gringa y Las Cuevitas, Bahía de los Ángeles *(continúa)*

Especies	Abundancia (número de especímenes)
Eolid spp.	8
Eubranchus cucullus Behrens, 1985 P	1
Eubranchus misakiensis Baba, 1960 *	1
Favorinus elenalexiarum García y Troncoso, 2001 P	1
Flabellina cynara (Marcus y Marcus, 1967) P	8
Flabellina iodinea (Cooper, 1863) *	49
Flabellina telja Marcus y Marcus, 1967 P	4
Geitodoris mavis (Marcus y Marcus, 1967) P	1
Glossodoris baumanni (Bertsch, 1970) P	2
Glossodoris dalli (Bergh, 1879) P	2
Haminoea virescens (Sowerby, 1833) *	2
Haminoea sp.	1
Hermissenda crassicornis (Eschscholtz, 1831) *	66
Histiomena convolvula (Lance, 1962) P	278
Hypselodoris californiensis (Bergh, 1879) *	10
Hypselodoris ghiselini Bertsch, 1978 P	16
Janolus barbarensis (Cooper, 1863) *	5
Limacia sp. (jansii y cockerelli) P y *	6
Mahogany dorid	1
Melibe leonina (Gould, 1852) *	8
Mexichromis tura (Marcus y Marcus, 1967) P	1
Navanax aenigmaticus (Bergh, 1893) P	3
Navanax inermis (Cooper, 1863) *	52
Navanax polyalphos (Gosliner y Williams, 1972) *	72
Okenia angelica Gosliner y Bertsch, 2004 P	74
Peltodoris lancei Millen, en Millen y Bertsch, 2000) P	2
Peltodoris sp. nov. P	1
Phestilla lugubris (Bergh, 1870) P	113
Phidiana lascrucensis Bertsch y Ferreira, 1974 P	189
Phyllaplysia padinae Williams y Gosliner, 1973 P	55
Pleurobranchus areolatum (Mörch, 1863) *	3
Polycera alabe Collier y Farmer, 1964 P	13
Polycera hedgpethi Marcus, 1964 *	17
Polycerella glandulosa Behrens y Gosliner, 1988 *	29
Reddish dorid spp.	3
Rostanga pulchra MacFarland, 1905 *	7

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. Composición de especies observada durante el periodo de 10 años de 1992 a 2001 en La Gringa y Las Cuevitas, Bahía de los Ángeles *(continúa)*

Especies	Abundancia (número de especímenes)
Sclerodoris tanya (Marcus, 1971) *	1
Tambja abdere Farmer, 1978 P	3
Tambja eliora (Marcus y Marcus, 1967) *	6
Taringa aivica Marcus y Marcus, 1967 *	20
Thordisa nieseni Chan y Gosliner, 2007 *	4
Trapania goslineri Millen y Bertsch, 2000 P	16
Tritonia pickensi Marcus y Marcus, 1967 P	6
Tritoniid P	75
Tyrinna evelinae (Marcus, 1958) P	51
Total de especies: mínimo	81
Número total de especies	6095

Tiempo total de búsqueda: 229.3 horas
Densidad de especimenes a lo largo del periodo de estudio: 26.58 especimenes por hora
Densidad de especies a lo largo del periodo de estudio: 0.353 especies por hora
* : Reportado al norte de la región ecotonal provincial de Punta Eugenia, Bahía Tortugas, Bahía Sebastián Vizcaíno e Isla Cedros. Algunos de estos registros norteños necesitan tratarse con precaución, ya que pueden representar periodos de variación en la temperatura oceánica tales como los de El Niño.
P : Especie tropical (ya sea de la provincia panámica del Pacífico Oriental, o que ha sido reportado en otras regiones tropicales).

Copyrighted material

12 *Equinodermos*

María Dinorah Herrero-Pérezrul, Héctor Reyes-Bonilla, Adriana González-Azcárraga, Carlos E Cintra-Buenrostro y Aracely Rojas-Sierra

Introducción

Los equinodermos son uno de los grupos con mayor relevancia ecológica en arrecifes rocosos o coralinos, tanto en aguas someras como en zonas abisales. Esto se debe a que son eslabones fundamentales de las redes tróficas al fungir como depredadores (tanto carnívoros como herbívoros), detritívoros y filtradores (Lawrence 1987).

El tipo de alimentación de las especies influye en la estructura comunitaria de los arrecifes y en la composición de sus poblaciones. Se reconoce la importancia ecológica de los equinodermos como holoturias y ofiuros recicladores, quienes al alimentarse de sedimento transforman la materia orgánica y la hacen accesible a otros organismos; además, oxigenan el sedimento (Jangoux y Lawrence 1982, Menge 1982, Lawrence 1987, Brusca y Brusca 2003).

En particular, las estrellas de mar (asteroideos) son consideradas como depredadoras importantes en mares tropicales y subtropicales (Brusca 1980, Solís-Marín *et al.* 1993, Cintra-Buenrostro *et al.* 1998), pues suelen ser nocivas para muchas especies de moluscos y crustáceos de importancia comercial (Keough y Butler 1979, Arsenault y Himmelman 1996). Por otro lado, los erizos y galletas de mar (equinoideos) controlan la biomasa de algas con sus actividades herbivoras y producen bioerosión, ayudando al balance de

Copyrighted material

carbonatos en zonas arrecifales (De Ruyter van Steveninck y Bak 1986, Levitan 1988, Coyer *et al.* 1993, Bak 1994, McClanahan *et al.* 1996, Griffin *et al.* 2003). Sin embargo, la bioerosión puede tener efectos negativos en las comunidades arrecifales cuando las poblaciones de erizos crecen de forma acelerada (Glynn 1988, Bak 1994, Eakin 1996).

Existen excelentes estudios taxonómicos de estos dos grupos en el Pacífico Oriental Tropical, y particularmente han llamado la atención en México, donde se han generado ya importantes trabajos de este tipo (Verrill 1867; Caso 1944, 1961, 1974, 1978; Solís-Marín *et al.* 1993; Cintra-Buenrostro 2001). Sin embargo, existen muy pocos estudios relacionados con la estructura comunitaria de las especies de equinodermos. Por otro lado, los trabajos de Maluf (1988) y Solís-Marín *et al.* (1997) describen aspectos biogeográficos de los equinodermos en el Pacífico Oriental Tropical.

El objetivo del presente trabajo fue actualizar el listado de especies de erizos y estrellas de mar de la región de Bahía de los Ángeles (BLA), y discutir algunos aspectos ecológicos como la abundancia, riqueza y diversidad de las especies.

Metodología

Para estimar la abundancia de erizos y estrellas de mar en la zona de BLA se visitaron 6 localidades: Isla Coronaditos (29°05'N; 113°32'W), lado este de Isla Smith (29°05'N; 113°30'W), Isla Mitlán (29°03'N; 113°32'W), bajo frente a la punta sureste de La Ventana (28°59'N; 113°30'W), Punta El Quemado (28°57'N; 113°25'W) y Punta El Soldado (28°51'N; 113°21'W). En cada una se hicieron 4 transectos de 25 × 2 m, donde se contaron los especímenes de los grupos de interés. Posteriormente los datos fueron transformados a individuos por metro cuadrado y extrapolados a individuos por hectárea. Con la información original se estimaron los siguientes índices:

Diversidad de Shannon-Wiener (H'): que considera la proporción de la abundancia de las especies y su riqueza dentro de la muestra. El índice se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$H' = -\Sigma\ (n_i/N) \log (n_i/N)$$

Copyrighted material

donde N es el número total de individuos de todas las especies en cada censo y n_i es el número de individuos de la especie i en un censo.

La uniformidad o equitatividad de Pielou (J') estandariza el valor de H' en una escala simple (de 0 a 1) y se representa de la siguiente manera:

$$J' = H'/\log S$$

donde H' es el índice de Shannon-Wiener ya definido y S es el número de especies contadas en el censo.

Además de los índices anteriores se estimó la distintividad taxonómica ($\Delta+$; Clarke y Warwick 2001). Este índice, además de considerar la riqueza y la abundancia, evalúa la distancia taxonómica existente entre cada par de individuos presentes, la cual se encuentra definida mediante un árbol de clasificación linneana. Dependiendo del número de niveles utilizados, cada uno recibe un valor discreto y proporcional dentro de una escala de 100 unidades. El índice se considera uno de los medidores más precisos, en un sentido estricto de la biodiversidad (Warwick y Clarke 2001).

Los valores de los índices se analizaron con las pruebas de Kolmogorov-Smirnoff y Levene para determinar si existía normalidad y homoscedasticidad. Después, se compararon los valores de cada uno de los índices mediante un análisis de varianza de una vía ($\alpha = 0.05$) (Zar 1999), utilizando como factores a cada una de las regiones visitadas. En caso de que existiesen diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey para detectar su origen (Day y Quinn 1989).

Finalmente, se estimó el grado de semejanza entre localidades de muestreo utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis (el cual considera en conjunto la presencia y abundancia de las especies; Krebs 1999), y a partir de la matriz de similitud obtenida se realizó un análisis de ordenación con la técnica de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS; Clarke y Warwick 2001). Esta técnica es utilizada para expresar las similitudes entre diferentes asociaciones bióticas en un espacio matemático definido por ellas mismas, permitiendo que un conjunto de objetos pueda ser plasmado en un mapa de dos o tres dimensiones. Dicho mapa expresa la distancia relativa entre los puntos (Clarke y Warwick *op. cit.*). Se consideró que el nivel de stress del NMDS no excediera un valor de 0.10 (McCune *et al.* 2002).

Copyrighted material

Resultados y discusión

Estructura comunitaria de erizos regulares

Se encontraron cinco especies de erizos en BLA. La especie dominante fue *Arbacia incisa* (tabla 1), que representó 89% de todos los individuos censados, seguida lejanamente por *Eucidaris thouarsii* (7%). Las otras tres especies encontradas (*Centrostephanus coronatus*, *Toxopneustes roseus* y *Echinometra vanbrunti*) sumaron apenas 4% de la abundancia estimada. Cabe mencionar que las especies que aparecieron más frecuentemente fueron *Centrostephanus coronatus* y *Eucidaris thouarsii*, que se observaron en casi todos los transectos (tabla 1).

Tabla 1. Abundancia estimada de especies de asteroideos y equinoideos en Bahía de los Ángeles durante agosto de 2004. * Especie observada pero que no apareció en los transectos

	Abundancia media + error típico (ind ha–1)	Frecuencia de ocurrencia (n = 24 censos)
Echinoidea		
Arbacia incisa	31,558 + 12,223	50%
Eucidaris thouarsii	2,558 + 708	83%
Centrostephanus coronatus	1,175 + 283	88%
Toxopneustes roseus	17 + 12	8%
Echinometra vanbrunti	8 + 8	4%
Promedio general de abundancia	35,317 + 12,094	
Riqueza total de la región	5	
Asteroidea		
Phataria unifascialis	1,958 + 371	23/24
Pharia pyramidatus	683 + 122	17/24
Pentaceraster cumingi	167 + 68	7/24
Heliaster kubiniji	17 + 12	2/24
Tamaria stria	*	
Promedio general de abundancia	2,826 + 468	
Riqueza total de la región	6	

Copyrighted material

La dominancia de *A. incisa* dentro de una comunidad de erizos de zona rocosa es un evento poco común en el Pacífico Mexicano. De hecho la especie ni siquiera aparece citada en los estudios disponibles donde se presentan datos de abundancia o densidad de individuos (Reyes-Bonilla 1995, Caso *et al.* 1996, Benítez-Villalobos 2001, Holguín-Quiñones *et al.* 2000). La abundancia de este erizo puede ser indicativa de su resistencia a aguas frías, atestiguada por la presencia de poblaciones tan al sur como Chile, y tan al norte como California, EUA (Anexo 1). Por otra parte, es interesante constatar que de acuerdo con la literatura, las especies de erizo que dominan los hábitats rocosos varían notablemente en el Pacífico Mexicano (Caso *et al.* 1996, Benítez-Villalobos 2001, Holguín-Quiñones *et al.* 2000). Se ha citado como especies dominantes a *Echinometra vanbrunti* para Bahía de Loreto, BCS (25°N; Holguín-Quiñones *et al.* 2000) y Mazatlán, Sinaloa (21°N; Caso *et al.* 1996); a *Tripneustes depressus* en Punta Arenas, BCS (24°N; González-Peláez 2001); a *Eucidaris thouarsii* en Cabo Pulmo, BCS (23°N; Reyes-Bonilla y Calderón-Aguilera 1999); o a *Diadema mexicanum* en las Islas Revillagigedo (Colima), y las Bahías de Huatulco en Oaxaca (18°N y 15°N, respectivamente; Reyes-Bonilla 1995, Benítez-Villalobos 2001).

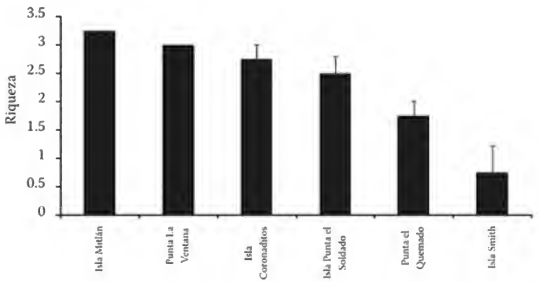
Dada la gran variabilidad de las especies y su abundancia por sitios, los resultados del presente estudio sirven para apoyar la hipótesis de que no existe homogeneidad en la estructura comunitaria de los equinoideos en BLA. Este hallazgo es relevante ya que las asociaciones de peces y corales en la región son notablemente parecidas (Robertson y Allen 2002, Reyes-Bonilla 2003) y lo mismo parece ocurrir a lo largo de todo el Pacífico Mexicano (Herrero-Pérezrul *et al.* en preparación). La diversidad de especies de erizos de mar puede atribuirse a la enorme variabilidad en el reclutamiento, el cual puede cambiar incluso en órdenes de magnitud en años consecutivos (Cameron y Schroeter 1980, Lambert y Harris 2000).

La riqueza de especies de erizos mostró un cambio gradual en BLA ($F_{5,18}$ = 10.4 , $P = 8.1728 \times 10^{-5}$), siendo Isla Mitlán la que presentó el valor más alto. Punta La Ventana, Isla Coronaditos y Punta El Soldado presentaron valores similares, seguidas por Punta El Quemado, mientras que Isla Smith fue la que tuvo el valor más bajo (fig. 1).

Las tres localidades con mayor riqueza (Isla Mitlán, Punta La Ventana e Isla Coronaditos) se encuentran situadas en zonas relativamente protegi-

Copyrighted material

Figura 1. Riqueza específica de equinoideos en Bahía de los Ángeles, BC.



das de la bahía, mientras que las tres restantes ocupan áreas más expuestas. Holguín-Quiñones *et al.* (2000) describieron un patrón similar para Loreto, encontrando mayor riqueza en zonas continentales que en las insulares. En contraste, Caso *et al.* (1996) muestran que la mayor riqueza de especies de erizos en Mazatlán ocurrió en las islas que circundan el puerto, pero es baja en el margen costero. La discrepancia entre las conclusiones alcanzadas en los diversos estudios, permite ver que no es factible generalizar los patrones en cuanto al número de especies de erizos presentes en zonas rocosas expuestas a distintos niveles de perturbación natural.

El índice de diversidad presentó diferencias significativas dentro de la zona de estudio ($F_{5,18}$ = 4.750, P = 0.006), siendo Punta El Soldado la que presentó los valores más altos (H' = 0.649, J' = 0.753), lo mismo ocurrió con la equitatividad de Pielou ($F_{5,18}$ = 3.699, P = 0.018) (figs. 2, 3). Lo anterior estuvo relacionado con la dominancia de dos especies de erizos, *Eucudaris thouarsii* y *Centrostephanus coronatus*, muy abundantes en el sitio. Los valores de ambos índices fueron bajos comparados con los calculados para Loreto, que se estimaron a partir de los promedios de abundancia de las especies presentadas por Holguín-Quiñones *et al.* (2000) (H' = 1.3, J' = 0.81) o para Mazatlán analizando sólo erizos regulares (H' = 1.03, J' = 0.64 ; Caso *et al.* 1996), pero mayores a los observados en La Mixteca, Oaxaca, por Benítez-Villalobos (2001; H' = 0.0098, J' = 0.622). Estos índices resultan con valores bajos cuan-

Copyrighted material

Figura 2. Diversidad de equinoideos en Bahía de los Ángeles, BC.

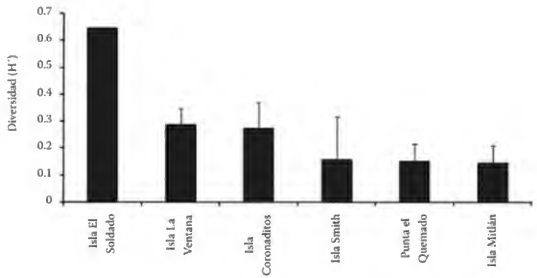
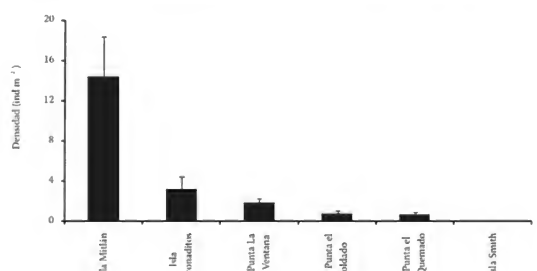


Figura 3. Equitatividad de equinoideos en Bahía de los Ángeles, BC.

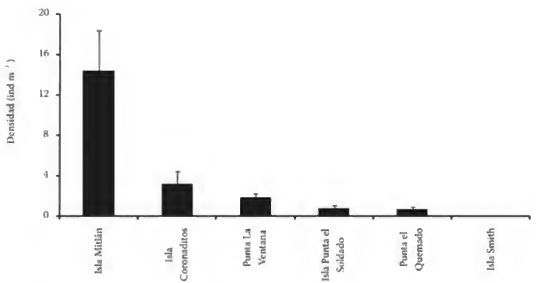


do la comunidad está dominada numéricamente por alguna especie (Clarke y Warwick 2000).

Finalmente, con relación a la abundancia total de los individuos, la localidad con el valor más alto de este indicador de la estructura comunitaria fue la Isla Mitlán (fig. 4), con una diferencia estadísticamente significativa ($F_{5,18}$ = 10.419, $P = 8.07673 \times 10^{-5}$), lo que se debe a que en el sitio se censó casi 75%

Copyrighted material

Figura 4. Densidad de equinoideos en Bahía de los Ángeles, BC.

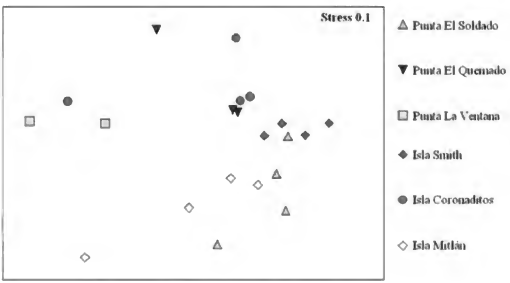


de todos los individuos de *A. incisa*. Debido a la diferencia en los métodos de muestreo utilizados en este trabajo y los que han aparecido en la literatura, no es posible hacer comparaciones muy precisas. Sin embargo, exceptuando al erizo *A. incisa*, las demás especies presentaron densidades menores a 0.5 ind m^{-2}, cifras similares a las registradas en Loreto (Holguín-Quiñones *et al.* 2000) o a las observadas comúnmente en Bahía de La Paz, BCS. (24° N; González-Azcárraga *et al.* 2006).

En el NMDS (fig. 5) se puede observar que algunos puntos de Isla La Ventana y de Isla Coronaditos se agruparon separados de los demás. Es posible que esto se encuentre relacionado con el tipo de hábitat que prefieren y por tanto con la disponibilidad de alimento. Los erizos prefieren sitios rocosos, donde existen tapetes de algas e invertebrados de los cuales se alimentan (James 2000, Lawrence 2001). Ambas zonas se encuentran en sitios protegidos de la bahía y presentaron valores altos de riqueza y diversidad. Sin embargo, el análisis mostró poca separación entre localidades obteniendo un valor de S = 0.1, lo que parece indicar que BLA no presenta diferencias en su estructura comunitaria.

Copyrighted material

Figura 5. Escalamiento multidimensional no métrico para los equinoideos de Bahía de los Ángeles, BC.



Estructura comunitaria de asteroideos

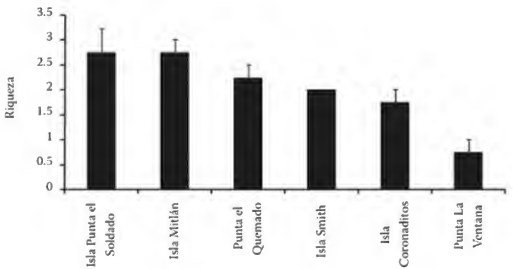
En BLA se encontraron cuatro especies de asteroideos. La más importante por su abundancia y frecuencia de aparición fue *Phataria unifascialis*, observada en 69% de los transectos. La siguiente fue *Pharia pyramidatus*, correspondiendo a 24 % de los organismos censados. Las dos estrellas restantes (*Pentaceraster cumingi* y *Heliaster kubiniji*) sumaron apenas 5% (tabla 1).

Las estrellas *P. unifascialis* y *P. pyramidatus* también han sido registradas como dominantes en la región de BLA (Morgan y Cowles 1996), así como en Loreto, BCS y Mazatlán, Sinaloa (Caso *et al.* 1996, Holguín-Quiñones *et al.* 2000); son frecuentemente observadas en la Bahía de La Paz, BCS, y en las bahías de Huatulco, en Oaxaca (Reyes-Bonilla *et al.* 2005, González-Azcárraga *et al.* 2006). Su distribución es muy homogénea, por lo que pueden considerarse como ubicuas en el Pacífico Mexicano. Cabe mencionar que también se observó la estrella *Tamaria stria* en la región, pero no apareció en ninguno de los transectos. La especie habita generalmente aguas más profundas y fondos arenosos (Maluf 1988), mientras que este trabajo se enfocó únicamente a fondos rocosos someros, menores de 20 m de profundidad.

La riqueza de especies de estrellas de mar también presentó un cambio gradual entre localidades ($F_{5,18} = 7.017$, $P = 0.008$; fig. 6). Punta el Soldado, Isla

Copyrighted material

Figura 6. Riqueza específica de asteroideos en Bahía de los Ángeles, BC.



Mitlán y Punta El Quemado presentaron valores similares; lo mismo ocurrió con Isla Smith e Isla Coronaditos, pero con valores menores. La prueba de Tukey detectó que Punta la Ventana fue la que ocasionó las diferencias estadísticas en este índice ecológico. El índice de diversidad también presentó diferencias significativas entre localidades ($F_{5,18}$ = 8.940, P = 0.002; fig. 7), donde Isla Mitlán y Punta el Quemado fueron similares entre sí, pero diferentes a las otras tres (Punta El Soldado, Isla Smith e Isla Coronaditos). Cabe mencionar que en Punta El Soldado se encontraron presentes las 4 especies de asteroideos, mientras que en Punta la Ventana se encontró únicamente *P. unifascialis*. Debido a los bajos valores, se decidió eliminar esta última localidad de los cálculos de diversidad y uniformidad, encontrando entonces que no hubo diferencias significativas (H': $F_{4,15}$ = 2.259, P = 0.111; J': $F_{4,15}$ = 1.977, P = 0.149). Caso *et al.* (1996) observaron que las asociaciones de estrellas de mar en Mazatlán tuvieron un valor de diversidad similar al de BLA (H' = 0.69), pero menor uniformidad (J' = 0.62, tomando en ambos casos el número total de ejemplares encontrados). Ello indica que el grado de dominancia de las especies más comunes es menor en el norte que en el sur del Golfo de California.

Respecto a la abundancia, Isla Smith fue la que presentó el valor más alto, con casi 30 ind m^{-2} (fig. 9); sin embargo, sólo se encontraron dos especies de estrellas en este sitio, *P. unifascialis* y *P. pyramidatus*. En segundo lugar se

Copyrighted material

Figura 7. Diversidad de asteroideos en Bahía de los Ángeles, BC.

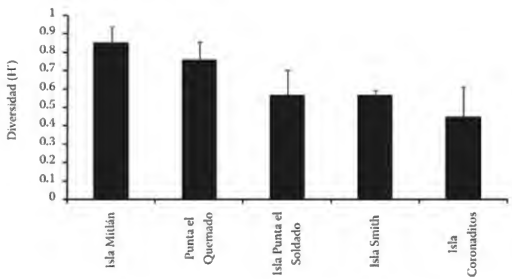
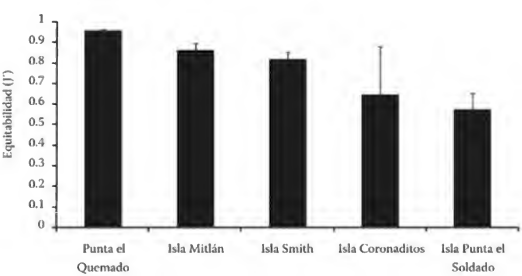


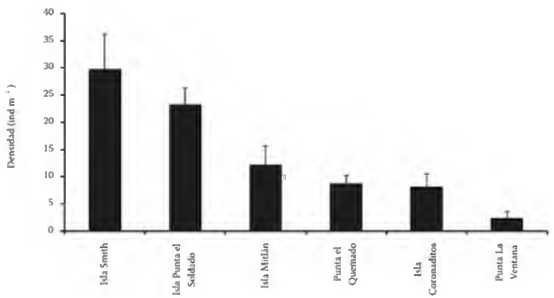
Figura 8. Equitatividad de asteroideos en Bahía de los Ángeles, BC.



encontró Isla Mitlán, con 12.25 ind m^{-2}, en donde se observaron tres especies de estrellas (*P. unifascialis*, *P. pyramidatus* y *P. cumingi*). Por otro lado, Punta El Quemado e Isla Coronaditos, presentaron valores menores debido a la presencia de *P. unifascialis* y *P. pyramidatus*. Punta La Ventana presentó los valores más bajos, ya que ahí sólo se contaron 10 ejemplares de *P. unifascialis*. En este estudio quedó en evidencia que la especie dominante en la región fue la estrella *P. unifascialis*. No obstante, de acuerdo con Paine (1966)

Copyrighted material

Figura 9. Densidad de asteroideos en en Bahía de los Ángeles, BC.



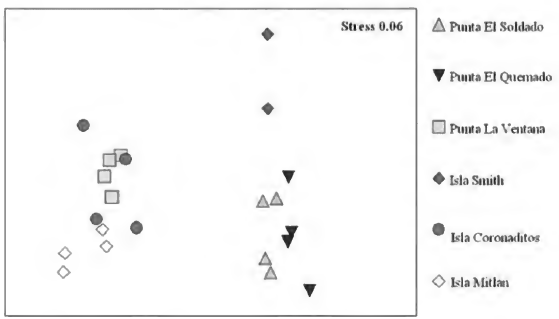
y Brusca (1980), *H. kubiniji* era el asteroideo más abundante en el norte del Golfo de California antes de los años ochenta. Sin embargo, un evento de mortalidad masiva posiblemente causado por un patógeno o quizá por los efectos del fenómeno de El Niño 1982, provocó que los números de esta especie bajaran drásticamente (Dungan 1982, Brusca *et al.* 2004), de tal forma que en la actualidad ocupa un lugar secundario en la comunidad (tabla 1). Es lógico pensar que la sustitución de una especie carnívora generalista como *H. kubiniji* por especies herbívoras como *P. unifascialis* y *P. pyramidatus*, puede haber modificado la estructura comunitaria de los invertebrados de BLA, pero al carecer de información sobre las comunidades locales a lo largo del tiempo, no es factible determinarlo.

El NMDS mostró 2 grupos principales con un valor bajo de S = 0.06 (fig. 10), uno compuesto por Punta La Ventana, Isla Coronaditos e Isla Mitlán, sitios que se consideran protegidos y presentan bajas abundancias; mientras que el segundo grupo estuvo conformado por Punta El Quemado, Punta El Soldado e Isla Smith, que son las zonas más expuestas de la bahía. Isla Smith quedó ligeramente separada de su grupo y destacó por los altos valores de abundancia de *P. unifascialis* y *P. pyramidatus*.

La diferencia entre equinoideos y asteroideos estriba en que las zonas fuera de la bahía tuvieron la mayor abundancia de asteroideos, mientras que

Copyrighted material

Figura 10. Escalamiento multidimensional no métrico para los asteroideos de Bahía de los Ángeles, BC.



lo opuesto ocurrió para los erizos. Considerando que los equinoideos son eminentemente herbívoros y los asteroideos encontrados son carnívoros y herbívoros, el patrón observado puede indicar que las partes externas en la zona de estudio proveen mayor cantidad de invertebrados que pudieran servir de alimento a las estrellas, mientras que las partes protegidas permiten el desarrollo de comunidades algales y favorecen la presencia de erizos.

Se puede concluir que la fauna de erizos en BLA no presenta una estructura homogénea, observándose la preferencia de algunas especies por áreas protegidas, mientras que en la fauna de asteroideos ocurre lo contrario, prefiriendo éstos áreas expuestas. La hidrodinámica de la bahía es una fuerza directriz que condiciona la preferencia del hábitat de ambos grupos.

Agradecimientos

Este proyecto fue realizado por la UABCS en colaboración con el CIBNOR-BCS. Queremos agradecer al Luís E Calderón Aguilera por financiar parte de este estudio con el proyecto SEMARNAT-CONACyT (clave: 37528-B); a Gustavo Daneman y Fermín Smith de PRONATURA Noroeste por el uso de sus instalaciones en BLA y por todo el apoyo brindado para la realización de

Copyrighted material

este trabajo, y a Andrés González Peralta su ayuda durante todo el trabajo de campo. Se agradecen las observaciones hechas por los revisores.

Resumen

Estrellas y erizos de mar juegan un papel relevante en las comunidades arrecifales, pues influyen sobre la distribución y abundancia de las especies residentes. Dado lo poco que se conoce sobre la estructura comunitaria de los equinodermos en México, el objetivo del presente trabajo fue actualizar el listado de especies de equinoideos y asteroideos en la región de Bahía de los Ángeles, BC, y discutir algunos aspectos ecológicos, como riqueza, diversidad y abundancia de ambos grupos. Se visitaron 6 localidades (Isla Coronaditos, Isla Smith, Isla Mitlán, Punta La Ventana, Punta El Quemado y Punta El Soldado). En cada una se realizaron 4 transectos de 25 × 2 m (50 m^2) entre 0 y 20 m de profundidad. Se estimaron los índices de Shannon-Wiener, uniformidad de Pielou, distintividad taxonómica y similitud de Bray-Curtis. A partir de la matriz de similitud obtenida, se aplicó la técnica de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS, por sus siglas en inglés) para diferenciar grupos. En BLA se identificaron cinco especies de equinoideos y cuatro de asteroideos. El erizo más abundante fue *Arbacia incisa*, pero los más frecuentes en los transectos fueron *Centrostephanus coronatus* y *Eucidaris thouarsii*. La estrella de mar más abundante y frecuente fue *Phataria unifascialis* y la menos lo fue *Heliaster kubiniji*. Los índices ecológicos variaron dentro y entre los grupos. Los erizos tuvieron en general una mayor riqueza específica que las estrellas, siendo Isla Mitlán el sitio con mayor riqueza y abundancia, pero con menor diversidad de erizos; Punta El Soldado tuvo mayor diversidad de erizos, aunque éstos fueron menos abundantes. Para las estrellas de mar la diversidad y riqueza más altas se encontraron en Punta El Soldado e Isla Mitlán, respectivamente, pero fue en Isla Smith donde se encontró la mayor densidad de individuos. Los erizos presentan una estructura heterogénea dentro de la bahía prefiriendo áreas protegidas, mientras que las estrellas prefirieron zonas expuestas.

Copyrighted material

Abstract

Starfish and sea urchins play an important role in reef communities, influencing the distribution and abundance of resident species. Given the poor knowledge of the echinoderm community structure in Mexico, the list of echinoidea and asteroidea species in the region of Bahía de los Ángeles (BLA), Baja California, was updated in order to discuss some ecological aspects such as species richness, diversity and abundance for both groups. Six locations were visited within Bahía de los Ángeles: Isla Coronaditos, Isla Smith, Isla Mitlán, Punta La Ventana, Punta El Quemado and Punta El Soldado. In each location, four transects of 25 × 2 m (50 m^2) at depths of 0 to 20 meters were assessed. The Shannon-Wiener diversity, Pielou uniformity and Bray-Curtis similarity indices were estimated in addition to the taxonomic variation for each location. To compliment the similarity matrix obtained, nonmetric multidimensional scaling (NMDS) was used to differentiate between groups. In BLA, five species of echinoidea and four species of asteroidea were identified. The most abundant sea urchin was *Arbacia incise*; however, the most frequently observed in transects were *Centrostephanus coronatus* and *Eucidaris thouarsii*. The most abundant and frequent starfish was *Phataria unifascialis* while the least one was *Heliaster* kubinij. The values for the ecological indices varied within and among groups. In general, sea urchins had higher species richness than starfish. Isla Mitlán was identified as the site with the highest overall species richness and abundance, but with the lowest diversity of sea urchins. Conversely, Punta El Soldado had the highest diversity of sea urchins even though they were least abundant at this location. For starfish, diversity and species richness were highest in Punta El Soldado and Isla Mitlán, respectively, but it was in Isla Smith where the highest density of individuals was found. The communities of sea urchins show a heterogenic structure inside the bay, preferring sheltered areas, while starfish prefer exposed zones.

Referencias

Arsenault DJ, Himmelman JH. 1996. Size-related changes in vulnerability to predators and spatial refuge by juvenile Iceland scallops *Chlamys islandica*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 140: 115–122.

Copyrighted material

Bak RPM. 1994. Sea urchin bioerosion on coral reefs: place in the carbonate budget and relevant variables. *Coral Reefs* 13: 99–103.

Benítez-Villalobos F. 2001. Comparación de la comunidad de equinodermos asociados a dos arrecifes, en dos localidades de las Bahías de Huatulco, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar* 5: 19–24.

Brusca RC. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. 2nd. Ed. Univ. Arizona Press, Tucson.

Brusca RC, Brusca GJ. 2003. *Invertebrados*. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, 1005 pp.

Brusca RC, Kimrey E, Moore W. 2004. *A seashore guide to the northern Gulf of California*. Arizona-Sonora Desert Museum, Tucson.

Cameron RA, Schroeter SC. 1980. Sea urchin recruitment: effect of substrate selection on juvenile distribution. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2: 243–247.

Caso ME. 1944. Estudios sobre asteridos de México. Algunas especies interesantes de asteridos litorales. *An. Inst. Biol. UNAM* 15: 237–259.

Caso ME. 1961. Los equinodermos de México. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias UNAM, 338 pp.

Caso ME. 1974. Contribución al conocimiento de los equinoideos de México. El género *Tripneustes* Agassiz. Morfología y ecología de *Tripneustes ventricosus* (Lamarck). *An. Centro Cien. Mar Limnol.* UNAM 1(1): 1–24.

Caso ME. 1978. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte 1. Ordenes Cidaroidea y Aulodonta; Parte 2. Ordenes Stiridonta y Camarodonta. *An. Centro Cienc. Mar Limnol. UNAM Publ. Esp.* (1): 244 pp.

Caso ME, Laguarda-Figueras A, Solís-Marín FA, Ortega-Salas A, Durán-González A. 1996. Contribución al conocimiento de la ecología de las comunidades de equinodermos de la Bahía de Mazatlán, Sinaloa, México. *An. Inst. Cienc. Mar Limnol. UNAM* 22: 101–119.

Cintra-Buenrostro CE. 2001. Los Asteroideos (Echinodermata: Asteroidea) de aguas someras del Golfo de California, México. *Oceánides* 16: 49–90.

Cintra-Buenrostro CE, Reyes-Bonilla H, Arizpe-Covarrubias O. 1998. Los equinodermos (Echinodermata) del arrecife de Cabo Pulmo, Pacífico de México. *Rev. Biol. Trop.* 46: 341–344.

Clarke KR, Warwick RM. 2001. *Change in marine communities*. 2nd ed. Primer E-Ltd. Plymouth, 176 pp.

Coyer JA, Ambrose RF, Engle JM, Carroll JC. 1993. Interactions between corals and

Copyrighted material

algae on a temperate zone rocky reef: mediation by sea urchins. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 167: 21–37.

Day RW, Quinn GP. 1989. Comparisons of treatments after an analysis of variance in Ecology. *Ecol. Monogr.* 59: 433–463

De Ruyter van Steveninck ED, Bak RPM. 1986. Changes in abundance of coral-reef bottom components related to mass mortality of the sea urchin *Diadema antillarum*. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 34: 87–94.

Dungan ML. 1982. Catastrophic decline of a top carnivore in the Gulf of California rocky intertidal zone. *Science* 216: 989–991.

Eakin CM. 1996. Where have all the carbonates gone? A model comparison of calcium carbonate budgets before and after the 1982–1983 El Niño at Uva Island in the eastern Pacific. *Coral Reefs* 15: 109–119.

Glynn PW. 1988. El Niño warming, coral mortality and reef framework destruction by echinoid bioerosion in the eastern pacific. *Galaxea* 7: 129–160.

González-Azcárraga A. 2006. Estructura de las asociaciones de erizos de mar (Echinoidea: Regularia) en arrecifes rocosos del este del Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, BCS, México.

González-Peláez SS. 2001. Biología poblacional del erizo café *Tripneustes depresus* A. Agasizz, 1863 (Echinodermata: Echinoidea), en el sur del Golfo de California, México. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz, BCS, México, 80 pp.

Gotshall DW. 1987. *Marine animals of Baja California*. Sea Challengers, Monterey.

Griffin SP, Garcia RP, Weil E. 2003. Bioerosion in coral reef communities in southwest Puerto Rico by the sea urchin *Echinometra viridis*. *Mar. Biol.* 143: 79–84.

Herrero-Pérezrul MD, Calderón-Aguilera LE, Álvarez-Filip L, Cupul-Magaña AL, Leyte-Morales GE, López-Uriarte E, Medina-Rosas P y Reyes-Bonilla H. Patrones ecológicos de estrellas y erizos de mar en el Pacífico Mexicano. En preparación.

Holguín-Quiñones O, Wright-López H, Solís-Marín FA. 2000. Asteroidea, Echinoidea y Holothuroidea en fondos someros de la Bahía de Loreto, BCS, México. *Rev. Biol. Trop.* 48: 749–757.

James DW. 2000. Diet, movement and covering behavior of the sea urchin *Toxopneustes roseus* in rodolith beds in the Gulf of California, México. *Mar. Biol.* 137: 913–923.

Jangoux M, Lawrence JM. 1982. *Echinoderm nutrition*. Balkema, Amsterdam, 254 pp.

Kerstitch A. 1989. *Sea of Cortez marine invertebrates. A guide for the Pacific coast Mexico to Ecuador*. Sea Challengers, San Francisco.

Copyrighted material

Keough MJ, Butler AJ. 1979. The role of asteroid predators in the organization of a sessile community on pier pilings. *Mar. Biol.* 51(2): 166–177.

Krebs CJ. 1999. Ecological methodology. 2nd ed. Harper and Row, New York, 620 pp.

Lambert D, Harris LG. 2000. Larval settlement of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, in the southern Gulf of Maine. *Invert. Biol.* 119: 403–409.

Lawrence J. 1987. *A Functional Biology of Echinoderms*. Croom Helm. Gran Bretaña, 340 pp.

Lawrence J. 2001. The edible sea urchins. En: JM Lawrence (ed.), *Edible sea urchins: Biology and Ecology*. Elsevier. Amsterdam. Pp. 1–4.

Levitan DR. 1988. Density-dependent size regulation and negative growth in the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi. *Oecologia*. 76: 627–629.

Maluf LY. 1988. Composition and distribution of the central eastern Pacific echinoderms. Nat. Hist. Mus. *Los Angeles County Tech. Rep.* 2: 1–242.

McClanahan TR, Kamakuru AT, Muthiga NA, Yebio MG, Obura D. 1996. Coral reef restoration: Effect of sea urchin reductions on algae, coral and fish assemblages. *Cons. Biol.* 10: 136–154.

McCune B, Grace JB, Urban DL. 2002. *Analysis of ecological communities*. MJM Software Design, Gleneden Beach, 300 pp.

Menge BA. 1982. Effects of feeding on the environment. En: M Jangoux, JM Lawrence (eds.), *Echinoderm nutrition*. Balkema, Amsterdam. Pp. 521–551.

Morgan MB, Cowles DL. 1996. The effects of temperature on the behavior and physiology of *Phataria unifascialis* (Gray) (Echinodermata, Asteroidea). Implications for the species distribution in the Gulf of California, Mexico. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 208: 13–27.

Paine RT. 1966. Food web complexity and species diversity. Amer. Nat. 100: 65–75.

Reyes-Bonilla H. 1995. Asteroidea and Echinoidea (Echinodermata) from Isla San Benedicto, Revillagigedo Archipelago, Mexico. *Rev. Inv. Cient. UABCS, ser. C. Mar* 6: 29–38.

Reyes-Bonilla H. 2003. Coral reefs of the Pacific coast of México. en: J Cortés (ed.), *Latin American Coral reefs*. Elsevier, Amsterdam. Pp. 331–349.

Reyes-Bonilla H, Calderón-Aguilera LE. 1999. Population density, distribution and consumption rates of three corallivores at Cabo Pulmo reef, Gulf of California, Mexico. *Mar. Ecol.* 20 (3–4): 347–357.

Reyes-Bonilla H, González-Azcárraga A, Rojas-Sierra A. 2005. Estructura de las asociaciones de estrellas de mar (Asteroidea) en arrecifes rocosos del Golfo de California, México. *Rev. Biol. Trop. Supl.* 53(3): 233–244.

Copyrighted material

Robertson DR, Allen GR. 2002. Fishes of the tropical eastern Pacific. Smithsonian Institution. CD Version .1.0.0

Solís-Marín FA, Herrero-Pérezrul MD, Laguarda-Figueras A, Torres-Vega J. 1993. Asteroideos y equinoideos de México (Echinodermata). En: S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. CONABIO/CIQRO, Chetumal. Pp. 91–105.

Solís-Marín FA, Reyes-Bonilla H, Herrero-Pérezrul MD, Arizpe-Covarrubias O, Laguarda-Figueras A. 1997. Systematics and distribution of echinoderms from La Paz Bay, México. *Cienc. Mar.* 23: 249–263.

Verrill AE. 1867. Notes on the echinoderms of Panama and the west coast of America, with descriptions of new genera and species. *Trans. Conn. Acad. Arts Sci.* 1: 328–338.

Warwick RM, Clarke KR. 2001. Practical measures of marine biodiversity based on relatedness of species. Ocean. *Mar. Biol. Ann. Rev.* 39: 207–231.

Zar JH. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, 1046 pp.

Copyrighted material

Anexo 1. Lista sistemática y distribución de Echinoidea y Asteroidea en Bahía de los Ángeles

Taxón	Ámbito de distribución geográfica
Phylum Echinodermata Brugiére, 1791	
Clase Echinoidea	
Orden Cidaroida	
Eucidaris thouarsii (Valenciennes, 1846)	Golfo de California (34°N) a Ecuador (2°S)
Hesperocidaris asteriscus Clark, 1948	Golfo de California (29°N) a Panamá (7°N)
H. perplexa (Clark, 1907)	Golfo de California (29°N) a Perú (15°S)
Orden Diadematoida	
Familia Diadematidae	
Astropyga pulvinata (Lamarck, 1816)	Golfo de California (29°N) a Ecuador (2°S)
Centrostephanus coronatus (Verrill, 1867)	Golfo de California (31°N) a Perú (3°S)
Diadema mexicanum Agassiz, 1863	Golfo de California (31°N) a Galápagos, Ecuador (0°N)
Orden Arbacioida	
Arbacia incisa (Agassiz, 1863)	Golfo de California (31°N) a Chile (16°S
Orden Temnopleuroida	
Lytechinus pictus (Verrill, 1867)	Golfo de California (31°N) a Ecuador (1°S)
Toxopneustes roseus	Golfo de California (29°N) a Ecuador (1°S)
Tripneustes depressus Agassiz, 1863	Golfo de California (29°N) a Galápagos, Ecuador (0°N)
Orden Echinoida	
Familia Echinometridae	
Echinometra oblonga (Blainville, 1825)	Golfo de California (29°N) a Islas Revillagigedo, México (18°N) y Galápagos, Ecuador (0°N)
E. vanbrunti Agassiz, 1863	Golfo de California (31°N) a Perú (6°S)
Orden Clypeasteroida	
Familia Clypeasteridae	
Clypeaster europacificus Clark, 1914	Golfo de California (30°N) a Ecuador (1°S)
C. ochrus Clark, 1914	Golfo de California (31°N) a Ecuador (2°S)
C. rotundus (Agassiz, 1863)	Golfo de California (31°N) a Ecuador (2°S)

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. *(Continúa)*

Taxón	Ámbito de distribución geográfica
C. speciosus Verrill, 1870	Golfo de California (31°N) a Galápagos, Ecuador (0°N)
Familia Mellitidae	
Encope grandis L. Agassiz, 1841	Golfo de California (31°N a 23°N)
E. micropora L. Agassiz, 1841	Golfo de California (31°N) a Perú (12°S)
E. perspectiva L. Agassiz, 1841	Golfo de California (29°N) a Galápagos, Ecuador (0°N)
Mellita grantii Mortensen, 1948	Golfo de California (31°N a 26°N)
M. longifissa Michelin, 1858	Golfo de California (31°N) a Ecuador (2°S)
Orden Holasteroida	
Familia Schizasteridae	
Agassizia scrobiculata Valenciennes, 1846	Golfo de California (31°N) a Perú (5°S)
Brissaster latrifrons (A. Agassiz, 1898)	Mar de Bering (55°N) a Galápagos, Ecuador (0°N)
Familia Brissidae	
Brissopsis pacifica (A. Agassiz, 1898)	California, EUA (34°N) a Ecuador (1°S)
Brissus. obesus Verrill, 1867	Golfo de California (31°N) a Panamá (8°N)
Meoma ventricosa grandis Gray, 1851	Golfo de California (29°N) a Ecuador (1°S)
Metalia nobilis Verrill, 1867	Golfo de California (31°N) a Panamá (8°N)
Plagiobrissus pacificus Clark, 1940	Golfo de California (29°N) a Ecuador (1°S)
Familia Spantagidae	
Nacospantagus depressus Clark, 1917	California, EUA (34°N) a Cabo San Lucas, México (23°N)
Spantagus californicus Clark, 1917	Golfo de California (30°N) a Mazatlán, México (23°N)
Familia Loveniidae	
Lovenia cordiformis A. Agassiz, 1872	California, EUA (34°N) a Perú (5°S)
Clase Asteroidea Blainville, 1830	
Orden Paxillosida Perrier, 1884	
Familia Luidiidae Sladen, 1899	

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. *(Continúa)*

Taxón	Ámbito de distribución geográfica
Luidia. armata Ludwig, 1905	California, EUA (36°N) a Panamá (5°N)
L. bellonae Lutken, 1864	Golfo de California (30°N) a Chile 32°S)
L. columbia (Gray, 1840)	Golfo de California (31°N) a Perú (6°S)
L. foliolata Grube, 1865	Alaska (55°N) a Ecuador (0°N)
L. phragma Clark, 1910	Golfo de California (31°N) a Chile (32°S)
Familia Astropectinidae Gray, 1840	
Astropecten armatus Gray, 1840	California, EUA (33°N) a Perú (6°S)
A. ornatissimus Fisher, 1906	California, EUA (33°N) a Acapulco, Mex. (16°N)
A. verrilli Loriol 1899	California, EUA (38°N) a Panamá (7°N)
Leptychaster stellatus Ziesenhenne, 1942	Golfo de California (31°N) y costa occi dental de Baja California (28°N)
Tethyaster canaliculatus (Clark, 1916)	Golfo de California (29°N) a Panamá 5°N)
Trissacanthias penicillatus (Fisher, 1905)	Golfo de California (29°N) hasta Washington, EUA (42°N)
Orden Valvatida Perrier, 1884	
Familia Odontasteridae Verrill, 1899	
Odontaster crassus Fisher, 1905	Golfo de California (29°N) hasta California, EUA (36°N)
Familia Goniasteridae Forbes, 1841	
Ceramaster grenadiensis Sladen, 1889	Mar de Bering (55°N) hasta Estrecho de Magallanes (52°S)
Pseudarchaster pusillus Fisher, 1905	Golfo de California (29°N) hasta California, EUA (36°N)
Familia Asterodiscididae Rowe, 1977	
Amphiaster insignis Perrier, 1875	Golfo de California (29°N) a Panamá (7°N)
Familia Oreasteridae	
Pentaceraster cumingi (Gray, 1840)	Golfo de California (30°N) a Perú (5°S)
Familia Asterinidae Gray, 1840	
Asterina miniata (Brandt, 1835)	Alaska (55°N) a Isla Clipperton (10°S)
Familia Asteropseidae Hotshkiss y Clark, 1976	
Asteropsis carinifera (Lamarck, 1816)	Golfo de California (29°N) a Islas Galápagos, Ecuador (0°N)

(Continúa)

Copyrighted material

Anexo 1. *(Continúa)*

Taxón	Ámbito de distribución geográfica
Familia Ophidiasteridae Verrill, 1870	
Linckia columbiae Gray, 1840	California, EUA (33°N) a Perú (5°N)
Narcissia gracilis Clark, 1916	Golfo de California (29°N) a Islas Galápagos, Ecuador (0°N)
Pharia pyramidatus (Gay, 1840)	California, EUA, a Perú (30 S)
Phataria unifascialis (Gray, 1840	Costa occidental de Baja California (31°N) a Perú (3°S)
Familia MithrodiidaeViguier, 1876	
Mithrodia bradleyi Verrill, 1867	Costa occidental de Baja California (31°N) a Galápagos, Ecuador (0°N)
Familia Acanthasteridae Sladen, 1889	
Acanthaster planci (Linnaeus, 1758)	Golfo de California (29°N) a Nayarit, México (21°N), y Panamá (5°N)
Orden Spinulosida Perrier, 1884	
Familia Echinasteridae Verrill, 1870	
Echinaster parvispinus Clark, 1916	Golfo de California (31°N) a costa occidental de Baja California (26°N)
E. tenuispinus Verrill, 1871	California, EUA (32°N) a Panamá (5°N)
Henricia clarki Fisher, 1910	California, EUA (34°N) a Islas Revillagigedo, México (18°N)
Orden Forcipulatida Viguier, 1879	
Heliaster kubiniji Xantus, 1860	California, EUA (32°N), a Panamá (5°N)
H. microbrachius Xantus, 1860	California, EUA (34°N) a Chile (32°S)
Familia Asteriidae Gray, 1840	
Astrometis sertulifera (Xantus, 1860)	Vancouver, Canadá (49°N) a Ecuador (6°S)
Género Sclerasterias Perrier, 1891	
S. heteropaes Fisher, 1924	California, EUA (36°N) a Isla Clarión, México (18°N)

Referencias: Maluf (1988), Solís Marín *et al.* (1993) y Cintra Buenrostro (1997).

Copyrighted material

Copyrighted material

13 *Tiburón ballena*

Natalie Rodríguez-Dowdell, Roberto Enríquez-Andrade y Nirari Cárdenas-Torres

Relevancia de Bahía de los Ángeles para el tiburón ballena

En las aguas de Bahía de los Ángeles (BLA), en la costa oriental de Baja California, se pueden observar de junio a diciembre juveniles de tiburón ballena. No obstante su tamaño, estos tiburones son animales apacibles que no representan riesgo alguno para el hombre. Por su tamaño y forma de alimentación, se les conoce comúnmente como tiburón ballena (*Rhincodon typus*, Smith 1828).

BLA es uno de los pocos sitios en el mundo donde se presentan agrupaciones de tiburón ballena. La morfología, los patrones de vientos que favorecen la mezcla de la columna de agua, la temperatura y la alta productividad del Canal de Ballenas, hacen de la bahía un hábitat donde la especie se congrega estacionalmente.

Desde el punto de vista científico, la presencia en BLA de este tiburón, el de mayor tamaño, permite que los investigadores lo estudien en su medio natural. En el ámbito internacional el tiburón ballena es una especie considerada vulnerable por encontrarse en riesgo de extinción en el mediano plazo (http://www.iucn.org/redlist/2000/), lo cual hace urgente la necesidad de contar con información científica que permita su conservación. La Nor-

Copyrighted material

ma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (Poder Ejecutivo Federal 2002) cataloga a *R. typus* como una especie amenazada. Bajo esta categoría se encuentran "aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones".

En general la disponibilidad de hábitat no es considerada una limitante para su distribución y abundancia; sin embargo, es de esperarse que los sitios de importancia crítica para la especie incluyan los sitios de reproducción y crianza (que aun no han sido identificados) y las áreas costeras abundantes en alimento (Norman 2004); este último parece ser el caso de BLA. A pesar de la importancia de estos hábitats costeros para el tiburón ballena existen pocos estudios específicos sobre ellos. Se sabe que son altamente vulnerables a la contaminación, urbanización costera y otras modificaciones ocasionadas por actividades humanas.

Tanto Nelson y Eckert (2000) como García-García (2002) y Enríquez-Andrade *et al.* (2003) concuerdan en que BLA constituye un hábitat crítico al cual *R. typus* recurre estacionalmente en busca de alimento constituido básicamente por plancton y pequeños crustáceos. La alta productividad biológica de las aguas de la bahía favorece su presencia hasta por seis meses al año. Durante el día se les puede observar alimentándose o buscando alimento en aguas someras a unos cuantos metros de la costa. Es frecuente encontrarlos inmóviles en la superficie filtrando grandes volúmenes de agua de mar para tomar su alimento (fig. 1). Durante este tiempo no parece importarles demasiado la presencia cercana de embarcaciones ni de personas en el agua. Incluso en ocasiones pareciera que los humanos les despertamos cierta curiosidad ya que no es raro que naden lentamente alrededor de las personas en el agua o de embarcaciones menores.

Su presencia representa una oportunidad para el desarrollo económico de la comunidad de BLA. Mostrando gran visión, desde hace casi una década algunos prestadores de servicios turísticos de la localidad aprovechan la presencia de los tiburones ballena como un atractivo turístico que complementa sus viajes de pesca deportiva. Sin embargo, el número de personas interesadas en ver al tiburón ballena va en aumento y, al no existir una norma oficial

Copyrighted material

que regule esta actividad, la comunidad carece de los medios para hacerlo apropiadamente.

Por su gran tamaño y docilidad, nadar al lado de un tiburón ballena se ha convertido en un atractivo para buzos deportistas y ecoturistas. En diversos lugares del mundo su presencia cerca de la costa ha cobrado gran importancia económica, llegando a generar derramas de millones de dólares anualmente, como sucede en Australia (Norman 2004). Los sitios principales de observación de esta especie son: Australia, Filipinas, Belice, Ecuador (Galápagos), Honduras, Sudáfrica, Tailandia y México. Bahía de los Ángeles presenta ventajas sobre otros sitios, ya que la presencia de los tiburones es más predecible, por un período prolongado, y se les localiza fácilmente cerca de la costa evitando el uso de sobrevuelos como se requiere en otros sitios para encontrarlos.

Revisión histórica del conocimiento sobre el tiburón ballena en Bahía de los Ángeles

A pesar de que el tiburón ballena es el pez más grande del mundo, su historia natural y su distribución geográfica aun son pobremente entendidas. La mayoría de la bibliografía de esta especie consiste en reportes anecdóticos, descripción de avistamientos, patrones de movimiento a escala local y observaciones limitadas a aspectos específicos de su biología. Existen muy pocos estudios que manejen información cuantitativa (Colman 1997).

El primer registro de tiburón ballena en el Mar de Cortés data del siglo XIX (Gill 1865, en Wolfson y di Sciara 1987). Desde entonces, los avistamientos de esta especie se han catalogado como puntuales e impredecibles. No fue sino hasta finales del siglo XX cuando empezaron a surgir investigaciones más complejas. Tal es el caso del estudio de Eckert y Stewart (2001), quienes utilizaron la telemetría para detectar patrones de movimientos y comportamiento de estos tiburones en el Mar de Cortés. Entre 1994 y 1997 marcaron 17 tiburones, de los cuales cinco se dispersaron, pero permanecieron dentro del golfo, mientras que cuatro salieron hacia el Océano Pacífico, y uno de éstos recorrió 12,000 km hacia el oeste en 37 meses.

Estos autores concluyeron que *R. typus* se congrega en BLA entre julio y noviembre de cada año, donde su presencia coincide con los últimos me-

Copyrighted material

Figura 1a y b. Ejemplar de *Rhincodon typus* alimentándose en la superficie.
Foto: Juan G Vaca

Copyrighted material

Figura 2. Avistamiento de tiburón ballena desde embarcaciones menores y a nado. Foto: Juan G Vaca

ses del verano y una gran abundancia de zooplancton, del cual se alimentan. Estas concentraciones de zooplancton, principalmente copépodos, son mayores en la parte sur de la bahía y antes de la isóbata de 20 m, donde los avistamientos de tiburón ballena ocurren con más frecuencia (90%). En esta zona se encuentra una pequeña laguna costera llamada "La Mona", donde el intercambio de nutrientes con el agua marina adyacente favorece la alta productividad. Lo anterior se ve favorecido por los patrones de circulación característicos de la bahía en esa época del año, cuando los vientos originan una circulación de norte a sur presentando giros ciclónicos en el área (Amador-Buenrostro *et al.* 1991). Eckert y Stewart (2001) concluyen que, muy probablemente, el tiburón ballena sea el planctívoro más importante de la bahía y su presencia parece ser un indicador de la salud del ecosistema. Tanto García-García (2002) como Nelson (2004) concuerdan en que 70% de los avistamientos de tiburón ballena se llevan a cabo cuando el animal se está alimentando. García-García (2002) encontró que las concentraciones de zooplancton, principalmente copépodos, son significativamente mayores en las zonas con alta probabilidad de avistamiento que en el resto de la bahía.

Todos los estudios realizados concuerdan en que, por sus características particulares, BLA es un área viable para realizar estudios relacionados con

Copyrighted material

la utilización del hábitat y la alimentación, patrones de distribución y movimientos locales, así como estudios enfocados a determinar el estado de la población.

Aunque se sabe que los tiburones ballena siguen patrones oceanográficos (físicos y biológicos) dentro del Golfo de California que sean favorables para la disponibilidad de alimento (Nelson 2004), se desconoce la razón por la cual se congregan, la temporalidad de estas agregaciones y el número de tiburones ballena que acuden a la mayor parte de los sitios de agregación. De dónde vienen cuando entran a BLA y a dónde se dirigen cuando salen de ésta, son interrogantes aun sin respuesta. Por conocimiento empírico y experiencia de algunos prestadores de servicios turísticos y pescadores de las comunidades costeras de la Península de Baja California, se sabe que el tiburón ballena se congrega estacionalmente en diferentes localidades del Golfo de California como Bahía San Luís Gonzaga, Bahía Guadalupe, Bahía Las Ánimas, BLA, Bahía de Loreto, Bahía de La Paz, Cabo Pulmo y los bajos de Espíritu Santo y Cabo San Lucas.

También se ha generado información relacionada con el valor económico de la especie y su hábitat. Low-Pfeng (2002) determinó que existe una disponibilidad de pago significativa, de turistas nacionales y extranjeros, para conservar el hábitat del tiburón ballena en BLA. En ese mismo estudio se presenta evidencia que los turistas que visitan la bahía tienen un fuerte interés en temas ambientales y agrado por las zonas prístinas. De modificarse las condiciones actuales de la bahía, posiblemente el tipo de turismo que actualmente se practica (ecoturismo o turismo alternativo) sería reemplazado por turismo masivo intensivo en infraestructura.

Utilización actual del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles

Los primeros registros anecdóticos de la presencia de tiburones ballena en la bahía fueron hechos en 1985 por Abraham Vázquez Haikin, médico y prestador de servicios turísticos local. Él mismo inició a principios de la década de los noventa el aprovechamiento turístico al complementar sus viajes de pesca deportiva con las observaciones de tiburones ballena, constituyéndose en la persona con mayor experiencia y conocimiento de la especie en la ba-

Copyrighted material

hía, principal promotor de su conservación y pionero en el ecoturismo con tiburón ballena en BLA y México.

Hasta años recientes (aproximadamente seis), el ecoturismo con tiburón ballena ha despertado mayor interés en la comunidad local, en especial entre el gremio de prestadores de servicios turísticos y un grupo de pescadores ribereños que ofrecen viajes de observación de la especie a los turistas que visitan la bahía (Enríquez-Andrade *et al.* 2003).

Las actividades turísticas que se realizan en torno al tiburón ballena en la localidad incluyen la observación, fotografía y video a bordo de embarcaciones menores y kayaks, así como el nado utilizando equipo de buceo libre. El tiempo de contacto con el organismo varía de acuerdo con la preferencia de los turistas, el número de personas, y si se presenta una interacción directa con la especie o de observación desde la embarcación. La observación de los tiburones sucede, en su mayoría, en el área conocida localmente como El Rincón y se incluye en el precio de un viaje multi-propósito, que cuesta en promedio 120 dólares por viaje. Dentro de este viaje el tiempo que se le dedica a la observación de tiburón ballena es de una hora, de un total de 7 horas que dura el viaje en promedio.

Como ha sucedido en otras partes del mundo, en BLA el ecoturismo con tiburón ballena, y su conservación, pueden representar una alternativa de desarrollo para la comunidad local. Países como Australia, Belice y más recientemente Filipinas, destinan recursos humanos, materiales y financieros para su conservación (Rodríguez-Dowdell *et al.* 2003). Lo anterior ha generado economías locales basadas en las actividades de interacción con la especie. El caso más evidente se presenta en el Parque Marino Ningaloo en la costa noroccidental de Australia, donde la observación de tiburón ballena genera una derrama económica para la región valuada en 16 millones de dólares australianos por temporada, que dura sólo tres meses (B Norman, com. pers.).

Bajo dicha perspectiva el tiburón ballena y su hábitat representan una forma de capital natural importante para la región. Paradójicamente, a pesar del alto potencial que ofrece el recurso, no se ha traducido en una mejora sustancial de la calidad de vida para la comunidad de BLA. Lo anterior se debe a una serie de limitantes que enfrentan la actividad, el recurso, y los usuarios, parte de las cuales son resultado de fallas institucionales y de mercado.

Copyrighted material

La comunidad de BLA carece de los instrumentos para regular apropiadamente la actividad. Aunque se han logrado algunos avances en materia de normatividad, la actividad de observación de tiburón ballena se lleva a cabo prácticamente sin restricción alguna. En los últimos años el número de empresas foráneas que ofrecen viajes a la bahía para observar tiburón ballena ha experimentado un aumento notorio, en algunas ocasiones en forma de turismo disfrazado de investigación científica. Estas empresas compiten con los operadores turísticos de la localidad, llevándose la mayor parte de los beneficios. Lo mismo hace un número creciente de turistas que llegan en sus propias embarcaciones sin respetar los códigos de conducta establecidos por los propios usuarios del recurso para minimizar el impacto del turismo en las agrupaciones de tiburón ballena.

Las consecuencias del aumento desordenado de turistas interesados en observar el tiburón ballena son ya evidentes. Algunos ejemplares muestran heridas o cicatrices ocasionadas por encuentros con humanos. Las más comunes son golpes y cortadas producto de encontronazos con embarcaciones que navegan a altas velocidades en las zonas de alimentación del tiburón. También son evidentes lesiones ocasionadas por redes de pesca, e incluso algunas ocasionadas por científicos al colocar etiquetas o tomar distintos tipo de muestras de la piel de los animales.

Entre las principales amenazas se ha identificado la falta de protección del hábitat (Rodríguez-Dowdell *et al.* 2003), lo que hace al área vulnerable a desarrollos que pudieran presentarse en la región. Tal es el caso del proyecto "Mar de Cortés" impulsado por el Fondo Nacional para la Promoción del Turismo (FONATUR), y a través del cual se desea construir un desarrollo náutico, o marina, en la región. Esto podría tener como consecuencia modificaciones importantes en la línea de costa, en el patrón de circulación de corrientes y en las zonas en las que de manera natural se deposita y erosiona el sedimento, así como contaminación y un mayor tráfico de embarcaciones dentro de la bahía.

A lo largo de los años el proyecto "Mar de Cortés" anteriormente conocido como "Escalera Náutica del Mar de Cortés" ha pasado por iniciativas que van desde un centro náutico para 1000 embarcaciones (versión 2001) hasta una escala náutica para 100 embarcaciones (versión 2002) en BLA, pero aún no se conoce la versión final del proyecto. Mientras no se tenga dicha información será difícil prever con claridad los impactos para la bahía. Lo cierto

Copyrighted material

es que BLA es un lugar de suma importancia como hábitat de alimentación para el tiburón ballena, ya que como organismo filtrador esta especie depende de la buena calidad del hábitat, haciendo imperativa la protección del mismo para asegurar su presencia en el futuro.

Otro factor que ha afectado la implementación de planes adecuados de conservación del tiburón ballena en la bahía, es la propia desorganización de los usuarios locales, siendo cada vez mayor el número de interesados en ofrecer viajes de observación y nado con tiburón ballena. El grupo de usuarios está constituido por aquellos que se dedican completamente al turismo (prestadores de servicios turísticos, un total de 12 personas), y aquellos –en su mayoría pescadores ribereños que eventualmente se han incorporando a las actividades turísticas cuando les surge la oportunidad de ofrecer un viaje de observación y nado con la especie (prestadores de servicios eventuales, un total de 11 personas). El tiempo que éstos llevan realizando la actividad varía significativamente desde un año hasta catorce (el prestador de mayor experiencia). La gran mayoría de los usuarios trabaja por su cuenta (65%), en empresas individuales. Solo 35% forman parte de un negocio familiar de dos personas. El 61% del grupo de usuarios pertenece al Ejido local (Ejido Ganadero, Turístico y Pétreo "Tierra y Libertad"); mientras que el 39% restante no está representado en él. Aunado a ello, de la totalidad de usuarios, sólo 74% forman parte de la Asociación de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles, AC. El grupo es heterogéneo en cuanto a su nivel de conocimiento de la especie y equipamiento para su aprovechamiento, y no necesariamente trabaja de manera coordinada (Rodríguez-Dowdell 2004).

Un riesgo al cual están expuestos los tiburones ballena cuando visitan la bahía es la perturbación provocada por turistas que utilizan sus propias embarcaciones para observar la especie, y por una porción del grupo de usuarios que no siguen los códigos de conducta establecidos y que, entre otras conductas poco deseables, se desplazan a altas velocidades en el área de observación.

Una actividad que puede representar un conflicto potencial para el ecoturismo con el tiburón ballena es la pesca ribereña. Si bien la opinión general de los pescadores es que la actividad pesquera no genera impactos negativos, durante la temporada 2001 se observó a un tiburón ballena arrastrando una red de monofilamento incrustada en las aletas pectorales. No pudo determinarse si el tiburón se enmalló dentro o fuera de la bahía, pero fue notoria su

Copyrighted material

actitud evasiva hacia las embarcaciones y nadadores (Enríquez-Andrade *et al.* 2003).

Posiblemente la amenaza más evidente para la conservación y el aprovechamiento sustentable del tiburón ballena en BLA es el virtual libre acceso al recurso, el cual ha limitado los incentivos para conservar esta especie o para que el grupo de usuarios locales trabaje conjuntamente.

A pesar de que se ha iniciado un esquema de regularización de la actividad, en que los usuarios locales han solicitado y obtenido sus permisos para el aprovechamiento no extractivo de la especie apegándose de esta forma a la legislación vigente (Artículo 99, Ley General de Vida Silvestre; SEMARNAT 2002), éstos han servido más como un instrumento administrativo. De esta forma el ecoturismo con tiburón ballena refleja una situación similar a la descrita por Hardin (1968), cuya actividad se sigue realizando prácticamente sin control, lo cual resulta de la falta de inspección y vigilancia (Rodríguez-Dowdell 2004).

No obstante que la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT otorgó 13 autorizaciones en 2003 y 15 en 2004, cualquier persona, foránea o local, puede realizar avistamientos de tiburón ballena con sus propios medios y sin ninguna restricción. Los turistas que visitan la bahía y llevan sus propias embarcaciones no tienen la obligación de contratar a un prestador de servicios turísticos local para realizar el viaje o al menos como guía en sus propias embarcaciones.

Una de las consecuencias principales del acceso libre al recurso es que los beneficios económicos se disipan o salen de la localidad. Inclusive estudios recientes reportan que los prestadores de servicios turísticos locales reciben sólo un pequeño porcentaje de los beneficios económicos generados por la presencia de tiburones ballena en la bahía. Otra pequeña porción se queda en hoteles, campos turísticos y otros negocios de la localidad. Sin embargo, la mayor parte de los beneficios sale de la localidad (Enríquez-Andrade *et al.* 2003) por lo que el incentivo para que la comunidad sienta suyo el recurso se diluye. Otro efecto es que disminuye la calidad del servicio que se ofrece, con su respectiva pérdida de valor del recurso, y se intensifican los conflictos entre los usuarios locales, principalmente entre aquellos que tienen los permisos para ofrecer los viajes y aquellos que no los tienen.

Copyrighted material

Información generada en los últimos cuatro años

En 2001, la Facultad de Ciencias Marinas (FCM-UABC) inició un programa de investigación en BLA en colaboración con el APFF-IGC de la CONANP y un grupo de prestadores de servicios turísticos de la localidad. El propósito de dicho programa es generar la información necesaria acerca del tiburón ballena, su hábitat y su uso, para sentar las bases para su aprovechamiento sustentable mediante el ecoturismo. Con dicha finalidad se realizan estudios de distribución y abundancia del grupo de tiburones, patrones básicos de comportamiento, conductas de alimentación y otros aspectos de la historia natural de la especie, así como estudios encaminados a entender la demanda por el avistamiento de tiburón ballena y sus amenazas, y a generar recomendaciones para un mejor uso de la especie.

Estos esfuerzos, que iniciaron como respuesta a la inquietud manifestada de los propios prestadores de servicios por tener un mayor conocimiento de la especie, han derivado en acciones concretas tendientes al ordenamiento de las actividades recreativas realizadas con los tiburones ballena. Entre ellas destacan la elaboración y puesta en marcha de un código de conducta para la actividad, la expedición de permisos para el aprovechamiento no extractivo del tiburón ballena a miembros de la comunidad local y la elaboración de una Propuesta de Programa de Manejo de Tiburón Ballena con referencia específica a BLA, Baja California (Rodríguez-Dowdell *et al.* 2003).

El código de conducta, cuyo objetivo es que la actividad genere el mínimo impacto posible para los tiburones y sea segura para los turistas, se diseñó en base a observaciones realizadas durante la campaña de muestreo de la temporada 2001, al conocimiento empírico de los prestadores de servicios locales y a códigos que se han aplicado con éxito en otras partes del mundo. El código se dividió en dos partes: una para turistas y nadadores y otra para prestadores de servicios turísticos u operadores de embarcaciones menores (tabla 1).

Los resultados de los estudios sugieren que, como mínimo, entre 15 a 30 tiburones ballena se congregan cada año en BLA —la mayoría ejemplares jóvenes con un promedio de seis metros y un intervalo entre tres a diez metros de longitud– observándose tanto hembras como machos (Enríquez-Andrade *et al.* 2003, Íñiguez-Hernández 2004).

Copyrighted material

Tabla 1. Códigos de conducta recomendados para las actividades de observación y nado con tiburón ballena. Fuente: Cárdenas-Torres 2003

Para prestadores de servicios turísticos y dueños de embarcaciones
• Manejar a velocidades menores a 6 km/h en la zona donde se distribuye el tiburón
• Asegurarse de que los turistas conozcan los códigos de conducta para nadadores
• Apagar la embarcación cuando ésta se encuentre a menos de 5 m de distancia del tiburón y dejar que los turistas se acerquen nadando hacia el
• No restringir o interferir el comportamiento normal del tiburón
• Solo se permite una embarcación por tiburón y un máximo de cuatro nadadores
• Si en el área se encuentra más de una embarcación esperar a que la primera que llegó termine con sus actividades y darle un plazo de 15 min para ello. Durante ese tiempo esperar a una distancia no menor de 10 m o buscar otro tiburón.
Para turistas y nadadores
• No montar sobre el animal
• No tocar su aleta caudal o cola
• No restringir su movimiento normal
• Conservar una distancia de 1 m de la cabeza y 2 m de la cola
• No tomar fotografías con flash
• No utilizar motores de propulsión para nadar cerca del tiburón
• Deslizarse de la embarcación y evitar hacer mucho ruido al entrar al agua
• No utilizar jet ski en el área de distribución
• Es posible que la presencia de los nadadores y /o embarcaciones incomode a los tiburones, cuando: - Aumenten su velocidad de nado - Buceen a mayores profundidades - Se alejen repentinamente del área

Copyrighted material

Aunque se reportan avistamientos dentro de la bahía en mayo, junio o julio, éstos son más frecuentes y predecibles de agosto a noviembre. La distribución espacial de los avistamientos no es homogénea, la probabilidad de encontrar un tiburón en la superficie o cerca de ésta es notoriamente mayor en cuatro áreas específicas de la bahía: El Rincón, Los Angelitos, al Sur de Punta Arena (frente al poblado de BLA) y, con menor frecuencia, al sur de Punta La Gringa (fig. 3). La probabilidad de realizar un avistamiento es también mayor cerca de la línea de costa donde la mayor parte de los avistamientos (90%) se realizan en zonas con poca profundidad entre la costa y la isóbata de los 20 m (Enríquez-Andrade *et al.* 2003, Íñiguez-Hernández 2004).

Para analizar la abundancia, Iñiguez-Hernández (2004) utilizó un índice de abundancia relativa, dado por la razón entre los avistamientos y el tiempo de búsqueda (número de tiburones ballena observados por hora). Al compararse el promedio del índice de abundancia relativa por mes, octubre fue el mes con mayor número de avistamientos por hora. Esta observación contrasta con los resultados obtenidos por Enríquez-Andrade *et al.* (2003), quienes encontraron mayores índices de abundancia relativa en agosto en la temporada 2002 y en noviembre en la temporada 2001.

El número de tiburones que se observa en la bahía también presenta variaciones ínter temporales importantes, quizás asociadas a variaciones naturales en las condiciones oceanográficas de la bahía. En la tabla 2 se muestran algunos parámetros de abundancia en temporadas recientes. Otros factores que pueden incidir en la ocurrencia de los tiburones ballena en las zonas de agrupación pueden ser las actividades humanas, incluyendo la presión turística, la cual puede afectar la proporción de animales que regresan de una temporada a otra, el comportamiento de los individuos y a la población en su totalidad (Norman 2004).

Desde la temporada 2001 se llevan a cabo estudios de fotoidentificación por los investigadores de la FCM-UABC, a partir de los cuales se han generado fichas técnicas que describen las características clave para que los tiburones puedan ser reconocidos a nivel individual. La información obtenida a partir de las temporadas 2003 y 2004 sugiere que una proporción importante de los tiburones que se congregaron en la bahía en 2003 regresaron de nuevo en 2004 (Enríquez-Andrade, datos no publicados); Sin embargo, de los

Copyrighted material

Figura 3. Número total de avistamientos registrados por el equipo de investigación de la Universidad Autónoma de Baja California en las temporadas 2001 a 2004

Tabla 2. Parámetros de abundancia de *Rhincodon typus* en Bahía de los Ángeles (2001–2003). Fuentes: Enríquez-Andrade *et al.* (2003) e Íñiguez-Hernández (2004)

Parámetro*	2001	2002	2003
Número de tiburones identificados a nivel individual	10	4	22
Avistamientos por hora de búsqueda en el mes de máxima abundancia	0.92 (noviembre)	0.46 (agosto)	2.7 (octubre)
Numero estimado de tiburones durante el periodo de máxima abundancia	16	12	20

tiburones identificados de manera individual en 2001 y 2002, sólo uno fue observado en ambas temporadas (Enríquez-Andrade *et al.* 2003). Con base en los resultados anteriores, se puede concluir que a pesar del evidente incremento en el número de encuentros con embarcaciones y personas en el agua, al menos algunos tiburones ballena regresan año con año a BLA.

Los resultados obtenidos en las temporadas de 2001 a 2004 concuerdan con el estudio de Nelson (2004), que durante 1999 realizó 195 observaciones, identificando a 19 tiburones distintos, y que atribuye la presencia de *R. typus* a la alta concentración de zooplancton, especialmente en la parte sur de la bahía, donde realizó 90% de sus observaciones.

Asímismo se ha observado una variación importante en la abundancia de tiburón ballena, la duración de la temporada presenta diferencias año con año (tabla 3). Lo anterior puede deberse a cambios en factores abióticos como la temperatura, aunados a modificaciones en los patrones de vientos y/o corrientes que pudieran a su vez conducir a cambios en la disponibilidad de alimento dentro de la bahía.

Otra observación que ha llamado la atención durante las investigaciones es la frecuencia de tiburones ballena con signos de lesiones recientes ocasionadas por embarcaciones, particularmente por las hélices de los motores fuera de borda y aparejos de pesca. La frecuencia de lesiones se ha observado en aumento conforme avanza la temporada, y es aun más evidente cuando los tiburones se congregan enfrente del poblado. Se ha notado también que estas lesiones generalmente cicatrizan en un periodo de un par de semanas y no parecen tener consecuencias negativas de largo plazo en los organismos, aunque se requiere de más investigación para llegar a una conclusión.

Copyrighted material

Tabla 3. Duración de las temporadas de *R. typus* en Bahía de los Ángeles (2001–2004). Fuente: Enríquez-Andrade *et al.* 2003, Iñiguez-Hernández (2004), Enríquez-Andrade (datos no publicados)

Año	Duración de la temporada
2001	mayo–diciembre
2002	junio–septiembre
2003	septiembre–noviembre
2004	agosto–noviembre

* Los muestreos en las distintas temporadas fueron realizados en embarcaciones y por personas diferentes.

En relación al posible efecto que la cercanía de embarcaciones y personas tiene en el comportamiento de *R. typus* no se ha podido establecer algún impacto negativo. En la temporada 2003 (datos no publicados), 18% de los tiburones avistados mostró actitud evasiva y solamente uno presentó signos de ser molestado o perturbado por la presencia próxima de embarcaciones y personas. En la mayoría de las situaciones los tiburones se mostraron indiferentes e incluso "amistosos".

Estrategias de investigación y manejo para asegurar la conservación y aprovechamiento sustentable del tiburón ballena en Bahía de los Ángeles

Es necesario continuar con los estudios de tiburón ballena en BLA para entender las posibles causas de las variaciones en la abundancia y duración de las temporadas, así como para asegurar un uso adecuado de la especie que tenga como base la investigación científica y la participación directa de los usuarios locales.

Por ser una especie altamente migratoria, cualquier esfuerzo dirigido a su conservación requiere del consenso y participación conjunta de las diversas comunidades y sectores que comparten el uso del Golfo de California y de otras naciones en cuyas aguas se presenta el tiburón ballena.

En el ámbito nacional se requiere promover el ordenamiento de las pesquerías de tiburones en aguas nacionales, asegurando que se brinde pro-

Copyrighted material

tección efectiva al tiburón ballena. En el plano regional se requiere que el proyecto de Ordenamiento Ecológico que se realiza en el Golfo de California por el INE asegure la protección de los hábitats de alimentación de tiburón ballena, como es el caso de BLA. En el plano internacional se deberá seguir trabajando con las instancias correspondientes vía convenios internacionales (como es el caso de CITES) para garantizar la viabilidad de la población del tiburón ballena a escala mundial (Rodríguez-Dowdell 2004).

La estrategia que se ha implementado en BLA a través de la cual de manera conjunta los sectores gubernamental (Dirección en Baja California del APFF-IGC), académico (FCM-UABC) y los prestadores de servicios, buscan ordenar las actividades turísticas realizadas con el tiburón ballena. Es necesario reforzar los esfuerzos coordinados encaminados a generar incentivos que fomenten la auto regulación de la actividad por los usuarios locales y que se busque incrementar paulatinamente los beneficios generados por el ecoturismo con tiburón ballena para la comunidad. Para ello resulta prioritario rescatar el anteproyecto de una Norma Oficial Mexicana, relativa a su protección, manejo y conservación de su hábitat, que establezca las especificaciones y lineamientos para el desarrollo de actividades de aprovechamiento sustentable (observación y nado) del tiburón ballena (*Rhincodon typus*). Dicho anteproyecto fue emprendido en 2003 por la Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables de la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de la SEMARNAT, pero actualmente se encuentra en proceso de cancelación. Este proyecto tiene como base el Artículo 101 de la Ley General de Vida Silvestre (SEMARNAT 2002) y daría pie al establecimiento de zonas sujetas a control, donde se podría limitar el acceso a personas que no estuvieran autorizadas para realizar la actividad y establecer una capacidad de carga o número máximo de embarcaciones permitidas por zona al mismo tiempo. Así se atendería de manera precautoria los problemas actuales asociados al acceso libre, permitiendo regular de manera eficiente una actividad con un alto potencial de desarrollo económico para la comunidad y la región. Además, el uso adecuado de esta especie en BLA sentaría un precedente de un manejo adecuado en donde las comunidades humanas costeras pueden beneficiarse económicamente de la conservación.

Copyrighted material

Agradecimientos

Los autores agradecemos a su ayuda a Abraham Vázquez-Haikin, cuya inquietud fructificó en el proyecto "Conservación y aprovechamiento sustentable del tiburón ballena (*Rhincodon* typus) a través del ecoturismo en Bahía de los Ángeles, Baja California" realizado en conjunto con el APFF-IGC. Agradecemos también a la Lucina Íñiguez-Hernández por haber aportado información para mejorar sustancialmente el contenido de este capítulo y al personal del APFF-IGC por su apoyo y participación en diferentes facetas de las investigaciones. El trabajo en campo fue posible gracias al apoyo de los prestadores de servicios turísticos y el personal de BLA del APFF-IGC y estudiantes de la FCM-UABC. Agradecemos también el financiamiento recibido por *The Pew Charitable Trusts*, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, la UABC y la CONANP a través de los Programas de Desarrollo Regional Sustentable.

Resumen

Bahía de los Ángeles (BLA) es uno de los pocos sitios en el mundo donde se presentan de manera predecible agrupaciones del tiburón ballena (*Rhincodon typus*, Smith 1828). La alta productividad biológica hace de la bahía un hábitat donde la especie se congrega estacionalmente para alimentarse. La presencia de *R. typus* es al mismo tiempo una oportunidad para la investigación científica y una alternativa de desarrollo económico para la comunidad de BLA. Las actividades turísticas que se realizan en torno al tiburón ballena en la localidad incluyen la observación desde embarcaciones menores y kayaks, fotografía y video, así como el nado utilizando equipo de buceo libre. Desde 2001, científicos de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California (FCM-UABC) en colaboración con la Dirección en Baja California del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (APFF-IGC) de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y operadores de servicios turísticos de la localidad promueven la conservación de la especie y realizan investigaciones sobre la distribución, abundancia y comportamiento de las agrupaciones. Se estima que cada año llegan a la bahía de 15 a 30 tiburones ballena, la mayoría ejemplares jóvenes

Copyrighted material

entre 5 a 9 metros de longitud. Es de esperarse que el número de turistas interesados en observar al tiburón ballena en BLA continúe creciendo rápidamente. A pesar de los avances logrados, los prestadores de servicios turísticos de la localidad carecen de los medios para regular adecuadamente la actividad. Las consecuencias son ya evidentes, muchos ejemplares muestran heridas o cicatrices producto de encontronazos con embarcaciones. Se sugiere implementar medidas precautorias así como mecanismos que permitan regular adecuadamente la actividad en beneficio de la comunidad de BLA y en favor de la conservación del hábitat del tiburón ballena.

Abstract

Bahía de los Ángeles (BLA) is one of the few sites in the world where predictable groupings of whale sharks (*Rhincodon typus*, Smith 1828) occur. Its high biological productivity makes the bay a habitat where this species congregates seasonally to feed. The regular seasonal presence of *R. typus* provides an opportunity for scientific research and an economic development alternative for the community of BLA. In this location, tourism activities related to whale sharks include up close snorkeling encounters, observation from small boats or kayaks, photography and video. Since 2001, scientists from the Faculty of Marine Science of the Universidad Autónoma de Baja California (FCM-UABC) in collaboration with the Baja California Board of the Gulf of California Islands Flora and Fauna Protection Area (Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California: APFF-IGC) of the Mexican National Commission for Natural Protected Areas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas: CONANP), have joined forces with some local tour operators to promote whale shark conservation and to undertake research projects regarding the distribution, abundance and behavior of the species in BLA. Each year around 15 to 30 whale sharks enter the baymost of them juveniles measuring between five to ni m long. The majority of individuals identified are juveniles, measuring between 5 to 9 m in length. An increasing number of tourists interested in observing whale sharks is expected; however, in spite of the progress achieved, tour operators lack a means to properly regulate the activity. The consequences are evident, with many whale sharks showing signs of injury or scars due to encounters with

Copyrighted material

boats. Precautionary measures are suggested to promote the conservation of whale sharks and their habitat, as well as strategies allowing the regulation of tourism activities that provide benefits to the local community and favor the conservation the whale shark habitat.

Referencias

Amador-Buenrostro A, Serrano-Guzmán SJ, Argote-Espinoza ML. 1991. Modelo numérico de la circulación inducida por el viento en Bahía de los Angeles, BC, México. *Cienc. Mar.* 17(3): 39–57.

Cárdenas-Torres AN. 2003. *Guía Rápida: El tiburón ballena* (Rhincodon typus). UABC-APFF Islas del Golfo de California-Prestadores de Servicios Turísticos de BLA, Ensenada, BC, 16 pp.

Colman J. 1997. Whale Shark Interaction Management, with particular reference to Ningaloo Marine Park 1997–2007. Western Australian Wildlife Management Program, Department of Conservation and Land Management, 63 pp.

Eckert SA, Stewart BS. 2001. Telemetry and satellite tracking of whale sharks, *Rhincodon typus*, in the Sea of Cortez, Mexico, and the North Pacific Ocean. *Environ. Biol. Fish.* 60: 299-308.

Enríquez-Andrade RR, Rodríguez-Dowdell N, Zavala-González A, Cárdenas-Torres N, Vázquez-Haikin A, Godínez-Reyes C. 2003. Conservación y Aprovechamiento Sustentable del Tiburón Ballena a través del Ecoturismo en Bahía de los Ángeles, BC (Informe Técnico). UABC- Dirección Regional en Baja California del APFF Islas del Golfo de California, 100 pp. + anexo.

García-García BM. 2002. Relación entre la biomasa zooplánctica y los avistamientos de tiburón ballena (*Rhincodon typus*; Smith, 1828) en Bahía de los Ángeles, B.C. México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, BC, 50 pp.

Hardin G. 1968. The Tragedy of the Commons. *Science* 162: 1243–1248.

Íñiguez-Hernández L. (2004). Análisis de distribución y tamaño de las congregaciones de tiburón ballena *Rhincodon typus* durante la temporada 2003 en Bahía de los Ángeles, BC. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, BC, 44 pp + 2 anexos.

Low-Pfeng A. 2002. Valor de existencia del tiburón ballena (*Rhincodon typus*, Smith 1828) en Bahía de los Ángeles, Golfo de California. Tesis de Maestría, Colegio de la Frontera Norte-CICESE, Ensenada, BC, 136 pp.

Copyrighted material

Nelson JD. 2004. Distribution and foraging ecology by whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahia de los Angeles, Baja California Norte, Mexico. Master of Science Thesis. University of San Diego, San Diego, California, 118 pp.

Nelson JD, Eckert SA. 2000. Local habitat distribution and utilization of whale shark *(Rhincodon typus)* within Bahía de los Angeles, BC, Mexico. American Elasmobranch Society Annual Meeting; Appendix 2. Abstracts and Notes: AES Whale Shark Symposium.

Norman B. 2004. Review of the current conservation concerns for the whale shark (*Rhincodon typus).* Natural Heritage Trust Project No. 2127; Australian Marine Conservation Society, Australia, 74 pp.

Poder Ejecutivo Federal. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo de 2002.

Rodríguez-Dowdell N, Enríquez-Andrade RR, Cárdenas-Torres N, Zavala-González A, Vázquez-Haikin A, Godínez-Reyes C. (2003). Propuesta de programa de manejo de tiburón ballena (*Rhincodon typus*) con referencia específica en Bahía de los Ángeles, BC. UABC- Dirección Regional en Baja California del APFF Islas del Golfo de California, 67 pp.

Rodríguez-Dowdell, N. (2004). Asignación de derechos de propiedad. Caso de Estudio: Tiburón ballena en Bahía de los Angeles, Baja California. Tesina de Especialidad, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, BC, 80 pp.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. *Ley General de Vida Silvestre*. Segunda edición, México.

Wolfson FH, di Sciara G. 1987. The whale shark, *Rhincodon typus* Smith, 1828, off Baja California, Mexico: Review and update (Chondrichthyes: Rhinodontidae. *Mem. V Simposium de Biología Marina:* 103–108.

Comunicaciones personales

Norman Brad. 2004. Investigador de aspectos sobre biología, ecología del tiburón ballena y prácticas adecuadas de manejo para el ecoturismo con la especie. Ecological Consultants 33 Glass Street, Kalbarri Western Australia 6536. E-mail: ecocean@ozemail.com.au.

Copyrighted material

Copyrighted material

14 *Peces arrecifales*

Carlos Viesca-Lobatón, Eduardo F Balart,* Alonso González-Cabello, Ismael Mascareñas-Osorio, Octavio Aburto-Oropeza, Héctor Reyes-Bonilla y Esteban Torreblanca

Introducción

Los arrecifes del Golfo de California son mayoritariamente rocosos, con la notable excepción de Cabo Pulmo-Los Frailes, en el suroeste, donde existe un desarrollo coralino considerable (Brusca y Thomson 1975, Thomson *et al.* 2000, Sala *et al.* 2002). Estos arrecifes, ampliamente distribuidos en la costa peninsular del Golfo de California, ofrecen una gran heterogeneidad estructural que aloja estacionalmente o de modo permanente una gran cantidad de especies sésiles y móviles como invertebrados y peces. De acuerdo con Findley *et al.* (1996) se han reportado cerca de 281 especies de peces arrecifales en el Golfo de California, esto es, aproximadamente 32% del total de la ictiofauna de la región. Bahía de los Ángeles (BLA), situada en el Alto Golfo en su lado peninsular, presenta condiciones particulares que la hacen diferir en muchos aspectos del resto del Golfo de California, incluyendo la ictiofauna imperante en la región (Walker 1960, Castro-Aguirre *et al.* 1995, Álvarez-Borrego 2002). Es un área con marcada estacionalidad, con una alta productividad asociada a los afloramientos locales, que soporta una vida rica en los fondos (gran desarrollo de macroalgas y abundancia de macroinver-

* Autor para correspondencia.

Copyrighted material

tebrados) y en la columna de agua. Asimismo, el área se caracteriza por una gran biomasa de peces pelágicos, como las sardinas que rigen en gran medida el metabolismo y la vida económica de esta región.

La ictiofauna arrecifal de esta área es diversa, estando actualmente algunas de las especies sujetas a una pesquería artesanal y deportiva. Entre ellas se encuentran la cabrilla sardinera, *Mycteroperca rosacea*, el jurel, *Seriola lalandi*, y recientemente el aguado, *Opistognathus rhomaleus*, especie que se consume localmente y se exporta a mercados selectos de California.

En este estudio se analizan las asociaciones de peces en arrecifes rocosos de la región de BLA considerando la composición y abundancia de las especies, grupos funcionales tróficos, y su relación con las características estructurales y bióticas predominantes.

Materiales y métodos

En este trabajo se ha seguido el criterio de Thomson *et al.* (2000) para considerar a una especie como arrecifal, esto es, si la especie presenta una estrecha asociación con los sustratos duros ya sea para la alimentación, protección y/o reproducción durante su vida. Los nombres comunes empleados se apegan al trabajo de Nelson *et al.* (2004).

Caracterización del área de estudio

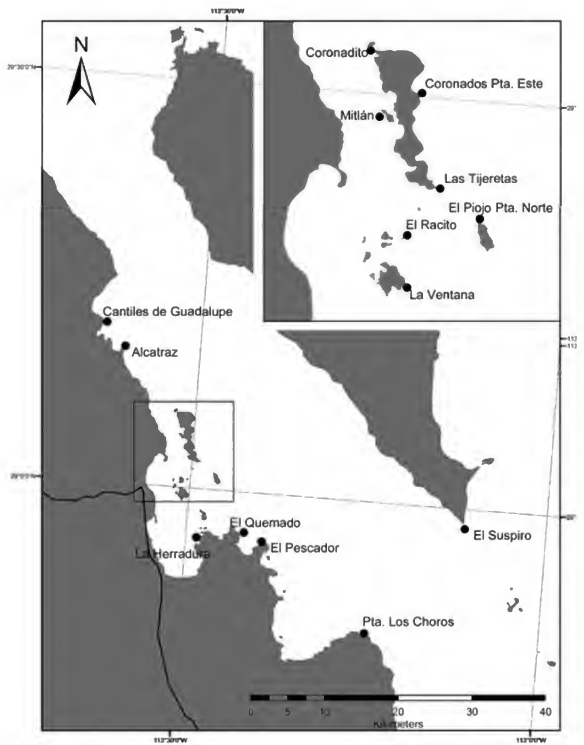
Los muestreos se realizaron del 14 al 20 de junio de 2004, coincidiendo con el pico de crecimiento de las especies de macroalgas más dominantes (*Sargassum* spp., *Padina* spp.; Pacheco-Ruiz y Zertuche-González 1996a, 1996b, 2002). Se trabajó en 14 sitios dentro del área que comprende los límites propuestos para la Reserva de la Biósfera de BLA (fig. 1; tabla 1).

La disposición predominantemente vertical de los arrecifes, con gradientes batimétricos marcados, y los elementos bióticos del hábitat, incrementan la heterogeneidad espacial del fondo en los arrecifes de la región. Estos elementos resultan relevantes para describir la ictiofauna arrecifal del área.

El perfil batimétrico es muy variable debido a que se encuentra dentro de la zona del Canal de Ballenas, una zona de fallas geológicas y fuerte actividad tectónica (Delgado-Argote 2000, Carreño y Helenes 2002). Por esto, hay un

Copyrighted material

Figura 1. Mapa del área de la región de Bahía de los Ángeles, indicando los 14 sitios monitoreados (puntos negros) durante el estudio. El recuadro más pequeño (superior-derecha) representa el detalle de la región de BLA, incluida en el recuadro más grande (inferior-izquierda)



Copyrighted material

aporte de rocas de tierra firme, de tamaños y formas variables que se acumulan en pendientes pronunciadas, con inclinaciones de hasta 75°. Este arreglo genera una diversidad amplia de superficies y espacios aprovechables como refugio para la fauna marina, tanto sésil como móvil (fig. 6a).

El componente biótico del hábitat presenta en la temporada de muestreo (finales de primavera) una gran diversidad espacial debido a la presencia de varias especies de macroalgas estacionales que en algunos sitios llegan a ocupar más de 70% de la superficie del sustrato, destacando las de los géneros *Sargassum* y *Padina* (fig. 6b) que alcanzan coberturas de hasta 60%. En el caso de *Sargassum*, se registraron frondas de más de seis metros de largo. Asimismo, especies de algas calcáreas y tapetes microalgales mezclados con esponjas cubren los fondos hasta en un 95%, especialmente en los sitios más profundos.

Por último, a diferencia de otras regiones del Golfo de California, en la región de BLA la intensidad de las corrientes es muy elevada, lo que aunado a la elevada productividad de la región favorece la presencia de fauna sésil diversa y abundante. El elemento biológico que destaca sobre el sustrato son los cnidarios, en particular los gorgónidos (corales blandos) y el coral negro, *Antipathes galapagensis*. En otras regiones del Golfo de California esta última especie se encuentra restringida a zonas profundas (<30 m) debido a que le favorece el agua fría. En la región de BLA la temperatura del agua superficial presenta una variación extrema, de 14°C en invierno a 30° C ó más en los meses de verano, observándose un patrón inverso con respecto a los nutrientes (Alvarez-Borrego *et al.* 1978, Pacheco-Ruiz *et al.* 1992). Por otro lado los gorgónidos son muy abundantes, y contribuyen al paisaje y heterogeneidad vertical del microhábitat, en especial en zonas más profundas donde no se presentan coberturas importantes de macroalgas.

Trabajo de campo

Las observaciones se realizaron entre 5 y 23 m de profundidad, excepto una de las recolectas que fue realizada a un metro de la superficie. El trabajo de campo consistió de tres partes: caracterización del hábitat, censos visuales y recolectas. La caracterización del hábitat se realizó mediante la técnica de puntos (Kingsford y Battershill 2000): sobre un transecto de 30 m se registra el tipo de sustrato que se presenta cada 50 cm; el número de registros de

Copyrighted material

cada elemento sobre el sustrato después es convertido a porcentaje. La tabla 1 muestra el o los elementos que caracterizaron el hábitat en cada sitio.

Tabla 1. Claves y características de los sitios de muestreo, dentro de la región de Bahía de los Ángeles (fig. 1)

Sitio	Clave	Ubicación	Hábitat	Profundidad (m)
Alcatraz	ALCATR	Costera	Bloques	23
El Racito	BRACIT	Insular	Bloques/Padina	6
Cantiles de Guadalupe	CANGUA	Costera	Pared/sargazo	8
Coronadito	CRDITO	Insular	Bloques	18
Coronado Punta Este	CORPE	Insular	Bloques	18
Coronado Tijeretas	CORTIJ	Insular	Bloques/Padina	9
El Pescador	PESCAD	Insular	Bloques/sargazo	6
El Piojo Punta Norte	PIOJON	Insular	Bloques	5
El Quemado	QUEMAD	Costera	Bloques	20
El Suspiro (I. Ángel de la Guarda)	GUASUS	Insular	Bloques	6
La Herradura	HERRAD	Costera	Bloques/Padina	8
Mitlán	MITLAN	Insular	Bloques/Padina/ sargazo	9
Piedra La Ventana	PIVENT	Insular	Tepetate/Padina	5
Punta Los Choros	CHOROS	Insular	Pared/sargazo	6

Los censos visuales de peces se realizaron de acuerdo a las técnicas estándar de transectos (p. ej., Harmelin-Vivien *et al.* 1985, Bortone *et al.* 2000, Kinsford 2000) considerando el componente de peces crípticos separado de los conspicuos. Normalmente los censos visuales no incluyen a los peces crípticos, debido a los problemas para la identificación y cuantificación (p. ej., Ackerman y Bellwood 2000, Willis 2001). Sin embargo, con experiencia previa y utilizando un mayor tiempo de muestreo es posible contabilizar los individuos de estas especies (González-Cabello 2003). Los censos de peces crípticos se realizaron sobre un transecto de 30 × 2 m, mientras que los de peces conspicuos se realizaron en dos recorridos sobre un transecto de 30 × 5 m. En el trayecto de ida se registraron las especies que pueden ser ahuyentadas por el paso del buzo, y en el de regreso las especies de desplazamiento limitado o que no dejan el área de observación por el paso del observador.

Considerando que hay especies de peces crípticos difícilmente observables, se realizaron colectas para complementar los resultados de los censos

Copyrighted material

visuales, empleando como anestésico quinaldina, que sólo adormece a los peces sin causarles daño ni a los demás organismos afectados por el químico (Gibson 1967). Para poder estimar la densidad de las especies recolectadas, se delimitó un área con ayuda de una cinta métrica, donde fue vertido el anestésico. Las especies fueron identificadas y se registraron los datos básicos del sitio (profundidad, área y tipo de hábitat).

Grupos funcionales

Siguiendo el criterio de Viesca-Lobatón (2003), se clasificaron a las especies en siete grupos funcionales para determinar el nicho trófico que ocupan dentro de la comunidad (apéndice). Esta clasificación incluye elementos conductuales (p. ej., comportamiento territorialista) y distingue, al igual que en los censos, entre peces conspicuos y crípticos. Los grupos funcionales son:

- Herbívoros: Se alimentan exclusivamente de algas.
- Omnívoros: Combinan las algas con una mayor o menor proporción de invertebrados y detritos.
- Omnívoros territorialistas: En esta región se considera una sola especie, la jaqueta de Cortés, *Stegastes rectifraenum*. Se distinguen de los demás omnívoros por ser territorialistas muy agresivos que defienden un área bien definida.
- Zooplanctívoros: Se alimentan en la columna de agua de diversos grupos de invertebrados y larvas de peces.
- Zoobentívoros conspicuos: Se alimentan principalmente de invertebrados bentónicos y en algunos casos de peces.
- Zoobentívoros crípticos: Su dieta es similar a los anteriores, pero son especies de talla pequeña, estrechamente asociadas al fondo, y cuya detección visual es difícil debido a su coloración, tamaño o costumbre de permanecer ocultos.
- Piscívoros: Se alimentan exclusiva o casi exclusivamente de peces, aunque como juveniles o subadultos consuman invertebrados, y son los depredadores tope del arrecife.

Copyrighted material

Análisis de los datos

Para determinar la importancia relativa de las especies se relacionó su densidad media en todo el muestreo con su frecuencia relativa (total de registros entre el total de réplicas). Así, las especies se categorizaron en cuatro grupos:

- Típicas: frecuencia mayor a 40% y densidad media mayor a 0.1 ind m^{-2}
- Comunes: frecuencia menor a 40% y densidad media mayor a 0.1 ind m^{-2}
- Frecuentes: frecuencia mayor al 40% y densidad media menor a 0.1 ind m^{-2}
- Raras: Frecuencia menor al 40% y densidad media menor a 0.1 ind m^{-2}

Esta clasificación se utilizó para elegir las especies que serían consideradas dentro de los análisis estadísticos posteriores.

Se realizaron análisis de variancia de una vía para determinar las posibles diferencias en la densidad de peces influenciadas por el hábitat y la profundidad. Éstos se realizaron considerando a las especies por separado, así como agrupadas dentro de sus grupos funcionales. Para determinar la estructuración de la comunidad íctica en función de las características del hábitat consideradas, se realizó un análisis de componentes principales sobre la matriz de correlaciones entre frecuencias, considerando sólo las especies con una frecuencia mayor al 22.5% de ocurrencia (28 especies en total).

Para establecer la relación entre los sitios de muestreo se realizó un análisis de agrupamiento utilizando las densidades de las especies por sitio. Para la construcción del dendograma se utilizaron el índice de Pearson como medida de distancia y el ligamiento simple como algoritmo de agrupación. Todos los análisis estadísticos se realizaron con la ayuda del paquete de cómputo STATISTICA (StatSoft Inc. Tulsa, Oklahoma).

Resultados

Riqueza específica

Se registraron un total de 93 especies pertenecientes a 32 familias en nueve órdenes, de las cuales 13 especies son endémicas del Golfo de California (apéndice). Las familias con mayor número de especies son Serranidae (9),

Copyrighted material

Chaenopsidae (8), Gobiidae y Haemulidae (7), Labrisomidae (6) y Labridae (5). Siete especies fueron registradas solamente mediante colectas con quinaldina, una con anzuelo (*Opistognathus rhomaleus*), y otras cuatro fueron observadas afuera de los transectos visuales. De las especies registradas, las siguientes no han sido reportadas en los trabajos más representativos sobre la región de BLA y el Alto Golfo de California, como los de Allen y Robertson (1994), Thomson y Gilligan (1983, 2002) y Thomson *et al.* (2000): *Mycteroperca prionura*, *Microlepidotus inornatus*, *Johnrandallia nigrirostris* (fig. 7a), *Cirrhitichthys oxycephalus*, *Cirriemblemaria lucasana*, *Gobiesox adustus*, *Ptereleotris carinata*, y *Pseudobalistes naufragium* (apéndice 1).

Los zoobentívoros conspicuos fueron el grupo funcional con mayor riqueza específica, con 35 especies, seguidos por los zoobentívoros crípticos con 29, los piscívoros con ocho, los omnívoros y zooplanctívoros con siete, los herbívoros con cinco, y sólo se encontró una especie de omnívoros territorialistas.

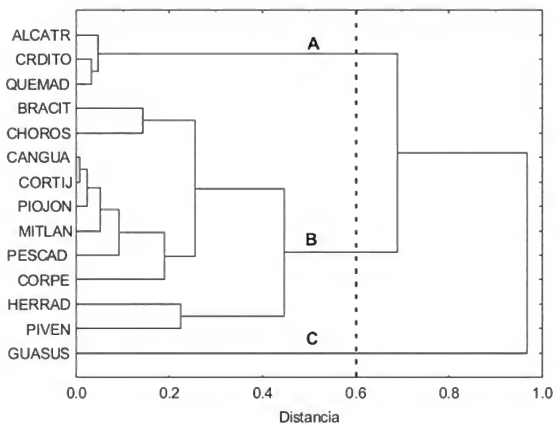
Algunas especies mostraron una gran asociación con algunos hábitats especiales o microhábitats, a pesar de haber sido registradas en varios de ellos. Un ejemplo es el tubícola cachetón, *Acanthemblemaria crockeri*, observado en áreas rocosas e incluso sobre algas como *Padina* sp., pero en grandes densidades en orificios de corales pétreos del género *Porites* (fig. 7b). Otro ejemplo es el juvenil de la cabrilla extranjera, *Paralabrax auroguttatus*, que demostró una gran fidelidad por las frondas y filoides de *Sargassum* y *Padina* sp. (fig. 6b).

Similitud de los sitios

El análisis de agrupamiento de los sitios separa tres grupos principales (fig. 2). El Suspiro, localizado en la punta sur de la Isla Ángel de la Guarda (IAG), queda claramente aislado de los demás sitios por ser atípico en su composición, indudablemente influenciado por la gran corriente imperante y su separación por el Canal de Ballenas. El grupo superior, formado por Alcatraz, Coronadito y El Quemado, reúne a los sitios profundos (>17 m), con la excepción de Coronado Punta Este. El tercer grupo reúne a los sitios someros y de profundidad intermedia, no identificándose una estructuración evidente entre ellos.

Copyrighted material

Figura 2. Dendograma de abundancia (estandarizada a 10 m^2) por sitio (abreviado), utilizando como medida de distancia el índice 1-Pearson, y como regla de amalgamiento el ligamiento simple. Los sitios se definen en tres grupos (A, B, y C) al nivel de 60% (línea punteada). Para el nombre completo de cada sitio, ver tabla 1

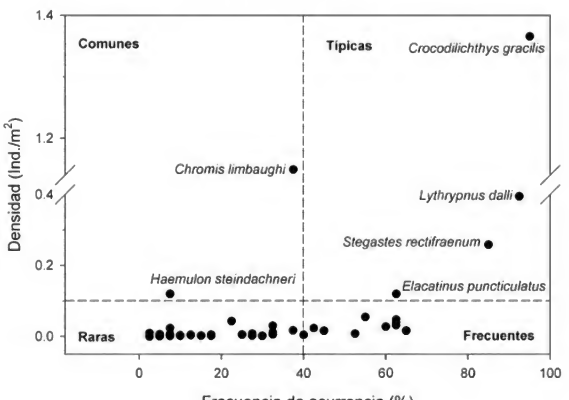


Estructura comunitaria

Por su importancia relativa, solamente cuatro especies fueron clasificadas como típicas (tres de ellas crípticas; fig. 3, tabla 2): la lagartija tres aletas, *Crocodilichthys gracilis* (fig. 8a), el gobio cabeza roja, *Elacatinus puncticulatus* (fig. 9a), el gobio bonito *Lythrypnus dalli* (fig. 9b), y la jaqueta de Cortés, *Stegastes rectifraenum*; en conjunto éstas representan 41% de la abundancia total. Sólo dos especies fueron comunes: *Chromis limbaughi* (fig. 8b) y el burro latino, *Haemulon steindachneri*, que representan 36.3% de la abundancia total. Doce especies resultan frecuentes y las 56 restantes fueron clasificadas como raras (fig. 3, tabla 2).

Copyrighted material

Figura 3. Caracterización de especies según la relación densidad media (individuos m^{-2}) y la frecuencia de ocurrencia (%). Los parámetros usados para dicha categorización se indican en la tabla 2

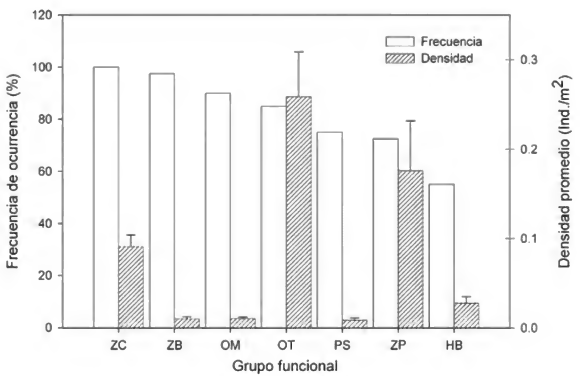


Se observó una fuerte dominancia por una o dos especies al interior de algunos grupos funcionales. Los casos más evidentes son los omnívoros territorialistas, que están representados sólo por *S. rectifraenum*, y los zooplanctívoros, con siete especies registradas. De estas últimas *C. limbaughi* tuvo la mayor frecuencia dentro del grupo y una densidad media de un orden de magnitud mayor que todas las demás especies juntas. El caso de los herbívoros es similar; la chopa ojo azul, *Girella simplicidens* (fig. 6a), presentó una densidad media dos órdenes de magnitud mayor que las otras especies del grupo. En los zoobentívoros crípticos la dominancia es más contrastante, pues aún cuando se registraron 29 especies, dos de ellas, *C. gracilis* (68.3%) y *L. dalli* (19.6 %) representan 87.8% de la abundancia total del grupo.

Sin embargo, el análisis global de los grupos funcionales (fig. 4) demuestra que la dominancia de las especies no necesariamente se traduce en una

Copyrighted material

Figura 4. Frecuencia de ocurrencia (barras claras) y densidad media (barras rellenas) por grupo funcional trófico de peces conspicuos y crípticos. ZC, zoobentívoros crípticos; ZB, zoobentívoros conspicuos; OM, omnívoros; OT, omnívoros territorialistas; PS, piscívoros; ZP, zooplanctívoros; y HB, herbívoros. La línea sobre cada densidad media denota el error estándar del grupo funcional



dominancia del grupo funcional. El omnívoro territorialista (OT), con la densidad más alta, tiene una frecuencia de 85%, mientras que los zooplanctívoros (ZP) fueron segundos en densidad y tuvieron una frecuencia de 72.5%. En contraste, los omnívoros (OM), zoobentívoros conspicuos (ZB) y zoobentívoros crípticos (ZC), con densidades un orden de magnitud menores, alcanzaron frecuencias mayores a 90%. Los piscívoros (PS) mostraron una densidad dos órdenes de magnitud menor a los zooplanctívoros y, sin embargo, su frecuencia es mayor. Los herbívoros (HB) tuvieron la frecuencia más baja de todos a pesar de tener una densidad mayor que los piscívoros, omnívoros y zoobentívoros conspicuos.

La distribución vertical (i.e., estratos de profundidad) de la riqueza específica (número de especies) y la densidad de los peces mostraron tendencias opuestas entre sí (fig. 5). Mientras que el estrato somero presentó un mayor

Copyrighted material

Tabla 2. Categorización de las especies según su densidad (D, ind m^{-2}) y frecuencia de ocurrencia (FO, %). Especies típicas: D > 0.1, FO > 40; especies frecuentes: D < 0.1, FO > 40; especies comunes: D 0.1, FO < 40; y especies raras: D < 0.1 y FO < 40

Especies	D	FO	Especies	D	FO
Típicas			**Raras (cont.)**		
Crocodilichthys gracilis	1.3658	95.0	*Paranthias colonus*	0.0044	2.5
Lythrypnus dalli	0.3952	92.5	*Xenomedea rhodopyga*	0.0044	12.5
Stegastes rectifraenum	0.2588	85.0	*Pycnomma semisquamatum*	0.0042	12.5
Elacatinus puncticulatus	0.1198	62.5	*Anisotraemus interruptus*	0.0035	10.0
Frecuentes			*Seriola lalandi*	0.0035	17.5
Girella simpliscidens	0.0549	55.0	*Mycteroperca prionura*	0.0033	12.5
Coryphopterus urospilus	0.0477	62.5	*Scorpaenodes xyris*	0.0029	15.0
Hypsoblennius gentilis	0.0396	62.5	*Urobatus halleri*	0.0027	30.0
Halichoeres nicholsi	0.0320	62.5	*Semicossiphus pulcher*	0.0026	27.5
Mycteroperca rosacea	0.0277	60.0	*Scorpaena plumieri mystes*	0.0021	17.5
Bodianus diplotaenia	0.0175	65.0	*Haemulon flaviguttatum*	0.0020	10.0
Halichoeres semicinctus	0.0237	42.5	Apogon retrosella	0.0017	2.5
Malacoctenus hubbsi	0.0173	45.0	*Chaenopsidae* sp2	0.0017	7.5
Pomacanthus zonipectus	0.0086	52.5	*Chaenopsis alepidota*	0.0017	7.5
Sphoeroides annularis	0.0050	40.0	*Mugil* spp.	0.0017	2.5
Calamus brachisomus	0.0048	40.0	*Emblemaria hypacanthus*	0.0008	5.0
Comunes			*Haemulon sexfasciatum*	0.0008	2.5
Chromis limbaughi	1.1492	37.5	*Protemblemaria lucasana*	0.0008	5.0
Haemulon steindachneri	0.1200	7.5	*Exerpes asper*	0.0007	5.0
Raras			*Muraena argus*	0.0007	5.0
Malacoctenus gigas	0.0085	27.5	*Pleuronichthys ocellatus*	0.0006	2.5
Sphyraena lucasana	0.0235	7.5	*Scorpaena sonorae*	0.0006	2.5
Paralabrax auroguttatus	0.0180	37.5	*Johnrandallia nigrirostris*	0.0005	5.0
Acanthemblemaria crockeri	0.0119	32.5	*Alphestes immaculatus*	0.0005	5.0
Microlepidotus innornatus	0.0100	2.5	*Cirrhitichthys oxycephalus*	0.0005	2.5
Serranus psittacinus	0.0088	32.5	*Chaenopsidae* sp1	0.0004	2.5
Chromis atrilobata	0.0438	22.5	*Coralliozetus micropes*	0.0004	2.5

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 2. Categorización de las especies según su densidad (D, ind m^{-2}) y frecuencia de ocurrencia (FO, %). Especies típicas: D > 0.1, FO > 40; especies frecuentes: D < 0.1, FO > 40; especies comunes: D 0.1, FO < 40; y especies raras: D < 0.1 y FO < 40 *(continúa)*

Especies	D	FO	Especies	D	FO
Raras (cont.)			**Raras (cont.)**		
Abudefduf troschelii	0.0304	32.5	*Porichthys* sp	0.0004	2.5
Opistognathus rosenblatti	0.0070	7.5	*Tripterygiidae* sp.	0.0004	2.5
Kyphosus analogus	0.0062	5.0	*Cephalopholis panamensis*	0.0003	5.0
Balistes polilepys	0.0059	32.5	*Herrmosilla azurea*	0.0003	2.5
Anisotraemus davidsonii	0.0057	25.0	*Dasyatis brevis*	0.0002	2.5
Pareques sp.	0.0052	17.5	*Epinephelus labriformis*	0.0002	2.5
Chriolepis zebra	0.0052	17.5	*Nicholsina denticulata*	0.0002	2.5
Holacanthus passer	0.0048	25.0	*Pseudobalistes naufragium*	0.0002	2.5

número de especies, la densidad en cambio fue baja (tabla 3), tendiendo a incrementarse con la profundidad debido a la presencia de pocas especies pero muy abundantes, particularmente la castañeta mexicana *C. limbaughi* (fig. 8b). Tratando de entender los efectos de la profundidad, se agruparon las siete profundidades a las que se trabajó, en tres grupos (somero, 5–6 m; medio, 8–9 m; y profundo, 18–23 m). El estrato profundo presentó mayor abundancia que los dos restantes. Sin embargo, si se excluye a *C. limbaughi* de ambos análisis no se presentan diferencias significativas por profundidad ya sea agrupándolas o por separado (tabla 3).

En el análisis de los hábitats por separado, los bloques desnudos tuvieron una mayor densidad de peces que los bloques cubiertos con sargazo (*Sargassum* sp.) o *Padina* sp., y no se presentaron diferencias con las paredes con sargazo o el tepetate (material sedimentario originado por consolidación y cementación de toba volcánica, mezclado en diferentes porcentajes con arena) y mezcla con *Padina* (tabla 3). Las paredes con sargazo presentaron valores muy altos también, similares a los de los bloques. Sin embargo, los intervalos de confianza se traslapan con los otros hábitats. Dado que algunos hábitats están presentes en un solo sitio, no es posible determinar si las diferencias en densidad de peces son atribuibles a esta característica del hábitat o a otras características del sitio. Por esto, los sitios fueron agrupados en dos

Copyrighted material

Tabla 3. Valores de *P* para el análisis de variancia entre la densidad de peces de cada grupo funcional y los dos atributos del hábitat que se consideraron. Las categorías de cobertura y estrato representan los hábitats y profundidades agrupados. Los valores significativos se presentan sombreados y el signo > indica cuál presentó la mayor densidad. A aquellos que resultaron significativos se les realizó una prueba *post-hoc* (Fisher) y los valores de *P* se presentan desglosados para cada interacción

		Herbívoros	Omnívoros territorialistas		Piscívoros	Zoobentívoros crípticos	Zoobentívoros conspicuos	Zooplanctívoros
Cobertura		0.0606	0.8676	0.0650	0.0800	0.5445	0.2004	
	Roca							>
	Follaje							0.0009
Hábitat			0.5927		0.2879	0.1739	0.8583	0.0529
	Bloques	0.0239		0.0001				
	Paredes/Sargazo	0.2422		0.0003				
	Bloques/Padina	0.1306		0.0274				
	Bloques/Sargazo	>		0.0004				
	Bloques/Sargazo-Padina	0.9955		0.0003				
	Tepetate/Padina	0.1011		>				
Estrato		0.1149	0.0518	0.6492	0.3545	0.3059	0.1593	
	Somero							0.0001
	Medio							0.0003
	Profundo							>

(Continúa)

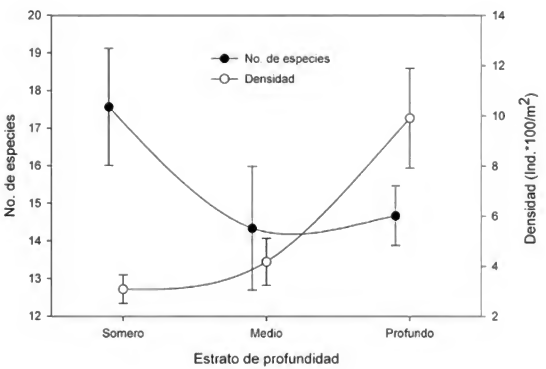
[Copyrighted material]

Tabla 3. Valores de *P* para el análisis de variancia entre la densidad de peces de cada grupo funcional y los dos atributos del hábitat que se consideraron. Las categorías de cobertura y estrato representan los hábitats y profundidades agrupados. Los valores significativos se presentan sombreados y el signo > indica cuál presentó la mayor densidad. A aquellos que resultaron significativos se les realizó una prueba *post-hoc* (Fisher) y los valores de *P* se presentan desglosados para cada interacción *(continúa)*

	Densidad						
	Herbívoros	Omnívoros	territorialistas	Piscívoros	Zoobentívoros crípticos	conspicuos	Zooplanctívoros
Profundidad (m)	0.1008	0.1905	0.1627	0.2380	0.5669		
5						0.0001	0.0004
6						0.0000	0.0001
8						0.0004	0.0007
9						0.0001	0.0003
18						0.0001	0.2198
20						>	>
23						0.0015	0.1150

[Copyrighted material]

Figura 5. Número de especies (círculos obscuros) y densidad media (círculos claros) por estrato de profundidad. Somero: <6 m de profundidad; medio > 6 y < 18 m; profundo < 18 m. Las líneas arriba y abajo de los círculos denotan el error estándar



categorías: aquellos cuya cobertura predominante es macroalgas y aquellos donde predominan las rocas desnudas. Siendo así, los sitios con cobertura de roca desnuda tuvieron mayor densidad de peces que los demás, influenciados por la densidad de *C. limbaughi*.

Para los grupos funcionales, y considerando las variables hábitat y profundidad agrupadas como se describió anteriormente, no se encontraron diferencias significativas para ningún caso, exceptuando los zooplanctívoros ($P < 0.01$) que tuvieron mayor densidad en el estrato profundo (tabla 3). Al considerar los hábitats y profundidades por separado, los resultados son distintos. En el caso del hábitat, los zooplanctívoros tuvieron una densidad significativamente mayor en los bloques ($P < 0.05$), mientras que el omnívoro territorialista fue más abundantes en el tepetate con *Padina* ($P < 0.001$) (tabla 3).

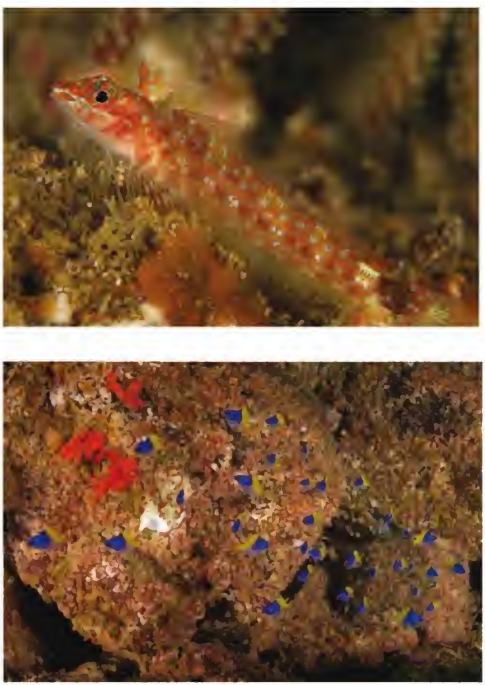
Copyrighted material

Figura 6. Elementos relevantes de la estructura del hábitat para la ictiofauna arrecifal en la región del estudio. (a) Bloques de diversos tamaños dispuestos en pendientes pronunciadas sirven de fondo a la chopa ojo azul, *Girella simplicidens*; (b) macroalgas como *Padina* sp. y *Sargassum johnstoni* ofrecen refugio a una gran variedad de peces, aquí un juvenil de cabrilla extranjera, *Paralabrax auroguttatus*

Figura 7. Especies representativas de la región de Bahía de Los Ángeles. (a) Mariposa barbero, *Johnrandallia nigrirostris*. (b) Tubícola cachetón, *Acanthemblemaria crockeri*, especie muy asociada a los agujeros en corales pétreos del género *Porites*

Copyrighted material

Figura 8. Especies representativas de los arrecifes de la región de Bahía de Los Angeles. (a) Lagartija tres aletas, *Crocodilichthys gracilis*, especie dominante numéricamente en la región; (b) Castañeta mexicana, *Chromis limbaughi*, especie abundantes en los sitios profundos



Copyrighted material

Figura 9. Otras especies representativas de la región de Bahía de Los Angeles. (a) Gobio cabeza roja, *Elacatinus puncticulatus*; (b) Gobio bonito, *Lythrypnus dalli*, comúnmente encontrado en las paredes y fondos rocosos; (c) Hembra de vieja mexicana, *Bodianus diplotaenia*. Fotos: Octavio Aburto

Copyrighted material

El primer componente principal explica 64.24% de la variancia y está constituido por los bloques desnudos someros y los ambientes de gran cobertura algal, excepto el tepetate con *Padina*. El segundo componente comprende los bloques profundos (18–23 m) y explica 21.55% de la variancia (fig. 10a).

En cuanto a la relación entre las especies consideradas en el análisis y los vectores ortogonales, en la figura 10b se puede observar que sólo tres especies contribuyen claramente a la definición de los componentes. Para el componente principal 1 está *C. gracilis* (c.p.1 = 4.8, c.p. 2 = 0.88) mientras que para el 2 están *C. limbaughi* (c.p.1 = −1.14, c.p. 2 = 4.78) y, en menor medida, *L. dalli* (c.p.1 = 0.23, c.p. 2 = 1.14). Cabe mencionar que, exceptuando las tres especies ya señaladas mas *H. steindachneri*, las demás tuvieron valores negativos sobre el vector dos (tabla 4). Por su parte, en el vector uno, aparte de *C. gracilis* y *L. dalli*, sólo tres especies tuvieron valores positivos sobre éste: *S. rectifraenum*, *E. puncticulatus* y *G. simplicidens*.

Discusión

Riqueza específica

Comparando la riqueza específica de la región de BLA con otras comunidades del centro-sur del Golfo de California (i.e., bahías de Loreto y La Paz, BCS.) se observa que hay un gradiente latitudinal, disminuyendo el número de especies de sur a norte (Sala *et al.* 2002), congruente con otras regiones del mundo (Briggs 2003). Para la región de BLA enlistamos 93 especies de peces arrecifales, mientras que en censos visuales y colectas en las bahías de Loreto y La Paz se han registrado 107 y 124 especies, respectivamente (Sánchez-Ortiz *et al.* 1997, Aburto y Balart 2001, Arreola-Robles y Elorduy-Garay 2002, González-Cabello 2003, Viesca-Lobatón 2003, Balart y Ortega-Rubio 2005, Campos-Dávila *et al.* 2005, Balart *et al.* 2006). También, destaca que esta comunidad de peces arrecifales se encuentra en un área con características físicas más templadas, al menos en otoño e invierno (Alvarez-Borrego *et al.* 1978, Pacheco-Ruiz *et al.* 1992), relacionada con la presencia de surgencias oceanográficas, y esto se refleja en la presencia de 37 especies registradas en la región de BLA pero ausentes en los estudios en el área centro-sur del Golfo de California.

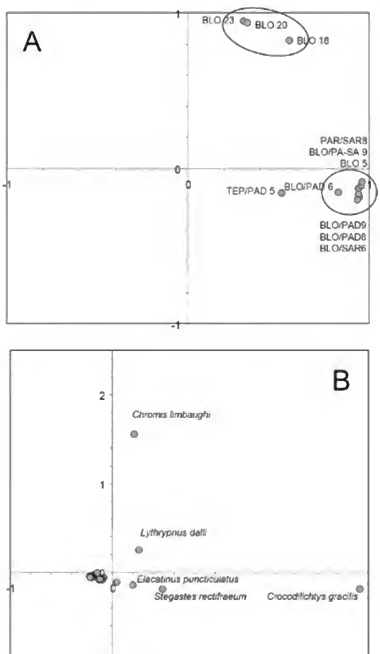
Copyrighted material

Tabla 4. Valor de los coeficientes por vector por especie utilizados en la figura 10b.

Especie	Factor 1	Factor 2	Especie	Factor 1	Factor 2
Abudefduf troschelli	-0.11648	-0.327043	*Halichoeres semicinctus*	-0.16588	-0.316067
Acanthemblemaria crockeri	-0.25581	-0.318607	*Holacanthus passer*	-0.32707	-0.278102
Anisotremus davidsoni	-0.26809	-0.319081	*Hypsoblennius gentilis*	-0.11326	-0.308834
Balistes polylepis	-0.30740	-0.299993	*Lythrypnus dalli*	0.22907	1.144965
Bodianus diplotaenia	-0.30032	-0.242835	*Malacoctenus gigas*	-0.28617	-0.314141
Calamus brachysomus	-0.30268	-0.312331	*Malacoctenus hubbsi*	-0.14985	-0.346415
Chromis atrilobata	-0.29348	-0.187192	*Mycteroperca rosacea*	-0.18245	-0.314133
Chromis limbaughi	-1.14178	4.776088	*Paralabrax auroguttatus*	-0.32445	-0.264185
Coryphopterus urospilus	-0.24862	-0.089897	*Pomacanthus zonipectus*	-0.31256	-0.281936
Crocodilichthys gracilis	4.80235	0.882692	*Semicossyphus pulcher*	-0.34185	-0.288148
Elacatinus puncticulatus	0.54610	-0.371311	*Serranus psittacinus*	-0.34375	-0.254378
Girella simplicidens	0.23292	-0.358687	*Sphoeroides annularis*	-0.31453	-0.291950
Haemulon steindachneri	-0.06017	0.127858	*Stegastes rectifraenum*	0.83527	-0.313474
Halichoeres nicholsi	-0.17064	-0.223875	*Urobatis halleri*	-0.31844	-0.308987

[Copyrighted material]

Figura 10. Análisis de componentes principales (ACP) relacionando la densidad media de las 28 especies más frecuentes y los descriptores del hábitat considerados en el estudio. (a) Representación gráfica de los tipos de hábitat por sitio según los dos vectores ortogonales generados. La clave indica tipo de sustrato (izq.), macroalga dominante (centro), y profundidad en metros (der.). BLO: bloques; PAR: pared; SAR: sargazo; PAD: *Padina*; *PA-SA: Padina*-sargazo; y TEP: tepetate. (b) Representación de la afinidad de las especies a los vectores ortogonales



Copyrighted material

Esto sitúa a la región de BLA como una zona con destacada riqueza específica ictiológica, con al menos 13 especies endémicas del Golfo de California asociadas a sus arrecifes. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que la temporalidad de las comunidades posiblemente es mucho más marcada que en la porción tropical y subtropical del Golfo (p.ej., Thomson y Lehner 1976). A finales de agosto la cobertura de macroalgas comienza a reducirse, para desaparecer casi completamente a finales del verano (Pacheco-Ruiz y Zertuche-González 1996a, 1996b, 2002), mientras la temperatura del agua se eleva y la transparencia del agua se intensifica, favoreciendo a especies de afinidad tropical y, por ende, generando un cambio en la composición de la comunidad. Esto significa que el número de especies de peces de arrecife debe ser bastante mayor al mencionado en este trabajo. Para corroborar este punto sería necesaria una nueva campaña de observaciones a finales de verano.

Grupos funcionales

Comparando latitudinalmente las comunidades de peces arrecifales del Golfo de California, se observa que si bien la presencia de los grupos funcionales descritos se mantiene en toda su extensión, existe una sustitución ecológica de las especies entre las distintas regiones. Este fenómeno es patente en la región de BLA con respecto a las bahías de Loreto y La Paz, debido probablemente a la distancia geográfica que las separa. Esta observación es más relevante en los grupos funcionales de nivel trófico bajo (tabla 5). Entre La Paz y Loreto se trata principalmente de un cambio en la relevancia de las especies dentro de la comunidad, pero en la región de BLA una especie puede, aparentemente, sustituir a varias. Una hipótesis para explicar esta observación es la característica templada de la región, tan marcada en la temporada en que se realizó este estudio, y está acorde con la reducción en la biodiversidad registrada, en general, en latitudes templadas (Briggs 1974, Ebeling y Hixon 1991, Hobson 1994). Harmelin-Vivien (2002) señala que, precisamente, una de las principales diferencias entre comunidades ícticas de arrecifes templados y tropicales es la drástica reducción en el número de especies y en la importancia relativa de los herbívoros y los peces que se alimentan de invertebrados sésiles. Otra, más aventurada, ya que no fue documentada en este estudio,

Copyrighted material

y ejemplificada por los herbívoros, sería la probable sustitución de los peces por algunos invertebrados, como los abundantes erizos entre otros.

Sin embargo, en los zoobentívoros conspicuos, particularmente en los de nivel trófico alto, la aparente sustitución se da más bien a nivel de familia. Mientras que en las bahías de La Paz y Loreto las especies dominantes pertenecen a las especies de las familias Serranidae, Lutjanidae y Muraenidae, en la región de BLA son reemplazadas funcionalmente por varias especies más grandes de la familia Labridae, como la vieja californiana, *Semicossyphus pulcher*, la vieja mexicana, *Bodianus diplotaenia* (fig. 9c), la señorita solterona, *Halichoeres nicholsi*, y la señorita piedrera, *H. semicinctus*. Este cambio latitudinal se asocia posiblemente a la adaptación fisiológica diferencial de las especies a condiciones de aguas frías y, secundariamente, a un cambio en los hábitos alimentarios de las especies debido a la disponibilidad de recursos. Así, las especies excluidas por las condiciones ambientales corresponderían a las familias Lutjanidae y Muraenidae de afinidad tropical en general. Por otro lado, uno de los recursos ícticos más abundante en la región de BLA, y usualmente disponible para las especies de nivel trófico alto, son las sardinas, especialmente la sardinita plumilla, *Harengula thrissina*, la cual puede ser explotada ventajosamente desde edades muy tempranas por especies como *Mycteroperca rosacea* durante las horas de luz (Hobson 1965, 1968; Parrish *et al.* 1989; Parrish 1992). Por esto el nombre común de cabrilla sardinera cobraría plena significación. Otro recurso bentónico muy abundante son los echinoideos (Herrero-Pérezrul *et al.*, capítulo 12 de este volumen), explotado por algunas especies de la familia Labridae como *Semicossyphus pulcher* (Fitch y Lavenberg 1971; Cowen 1983, 1986) y *Bodianus diplotaenia* (Bermúdez-Almada y García-Laguna 1985, Grove y Lavenberg 1997).

El caso de los depredadores tope, los piscívoros, es distinto, y en ellos pueden distinguirse dos factores relacionados entre sí. Por un lado, la abundancia de sardina parece ser tan grande que es capaz de mantener poblaciones grandes de varias especies de depredadores. Entre ellos destaca la presencia del jurel, *Seriola lalandi*, un depredador epipelágico que sigue la corrida de sardina y que, durante este estudio, se ubicó dentro de la región de BLA muy cerca de varios de los sitios de muestreo. Por otro lado, la abundancia de *S. lalandi* parece ser tan alta que constituye uno de los principales recursos pesqueros de la región, tanto para la pesca comercial como para la deportiva. Por

Copyrighted material

Tabla 5. Sustitución ecológica de especies de peces arrecifales más relevantes (por grupo funcional) en tres regiones del Golfo de California en un gradiente latitudinal. El orden de las especies en cada columna indica la relevancia de éstas dentro de cada región particular. El grupo funcional de los zoobentívoros fue separado en tres subcategorías por tratarse de un grupo ecológicamente muy diverso. La información para Bahía de Loreto se basa en Biseca-Lobatón (2003), Balart y Ortega (2005) y Campos-Dávila *et al.* (2005), y para Bahía de La Paz en Pérez-España *et al.* (1996), Sánchez-Ortiz *et al.* (1977), Aburto-Oropeza y Balart (2001), Arreola-Robles y Elorduy-Garay (2002), Romero-Ponce (2002), González-Cabello (2003), Balart y Ortega-Rubio (2005), Balart *et al.* (2006)

	Bahía de los Ángeles	Bahía de Loreto	Bahía de La Paz
Herbívoros	*Girella simplicidens*	*Scarus rubroviolaceus* *Scarus perrico* *Prionurus punctatus* *Scarus compressus* *Scarus ghobban*	*Prionurus punctatus* *Scarus compressus* *Scarus ghobban* *Scarus rubroviolaceus* *Scarus perrico* *Acanthurus xanthopterus* *Acanthurus triostegus*
Omnívoros territorialistas	*Stegastes rectifraenum*	*Stegastes rectifraenum* *Microspathodon bairdii* *Microspathodon dorsalis*	*Stegastes rectifraenum* *Ophioblennius steindachneri* *Microspathodon dorsalis* *Stegastes flavilatus*
Omnívoros	*Hypsoblennius gentilis*	*Holacanthus passer*	*Holacanthus passer* Johnrandallia nigrirostris
Zooplanctívoros	*Chromis limbaughi*	*Abudefduf troschelli* *Chromis atrilobata* *Chromis limbaughi*	*Chromis atrilobata* *Paranthias colonus* *Myripristis leiognathus*

(Continúa)

[Copyrighted material]

Tabla 5. *(Continúa)*

	Bahía de los Ángeles	Bahía de Loreto	Bahía de La Paz
			Abudefduf troschelli
			Apogon retrosella
Zoobentívoros			
Crípticos o de	*Crocodilichthys gracilis*	*Canthigaster punctatissima*	*Thalassoma lucasanum*
tallas pequeñas	*Lythrypnus dalli*	*Halichoeres dispilus*	*Canthigaster punctatissima*
	Halichoeres semicinctus (juv)		*Cirrhitichthys oxycephalus*
			Lythrypnus dalli
			Scorpaenodes xyris
			Halichoeres chierchiae
			Halichoeres notospilus
			Plagiotremus azaleus
			Gymnothorax panamensis
Nivel trófico medio	*Pomacanthus zonipectus*	*Diodon holocanthus*	*Diodon hystrix*
	Balistes polylepis	*Haemulon sexfasciatum*	*Sufflamen verres*
	Calamus brachysomus	*Serranus psittacinus*	*Mulloidichthys dentatus*
	Sphoeroides annulatus		*Arothron meleagris*
Nivel trófico alto	*Bodianus diplotaenia*	*Bodianus diplotaenia*	*Bodianus diplotaenia*
	Halichoeres nicholsi	*Mycteroperca rosacea* (juv)	*Lutjanus argentiventris* (juv)
	Halichoeres semicinctus	*Epinephelus labriformis*	*Gymnothorax castaneus*
	Paralabrax auroguttatus	*Lutjanus viridis*	*Thalassoma grammaticum*
	Semicossyphus pulcher		*Muraena lentiginosa*
			Echidna nebulosa

(Continúa)

[Copyrighted material]

Tabla 5. *(Continúa)*

	Bahía de los Ángeles	Bahía de Loreto	Bahía de La Paz
Piscívoros	*Mycteroperca rosacea* *Mycteroperca prionura* *Mycteroperca jordani* *Seriola lalandi*	*Mycteroperca rosacea* *Lutjanus argentiventris*	*Lutjanus argentiventris* *Lutjanus novemfasciatus* *Mycteroperca rosacea* *Fistularia commersonii*

Copyrighted material

lo mismo, su presencia no evita pero si reduce la presión por pesca particularmente sobre las especies de cabrillas y meros (serránidos) que, en contraste, en la región de Loreto y La Paz constituyen uno de los grupos más explotados (p. ej., Ramírez-Rodríguez 1997, Ramírez-R y Rodríguez-M 1990, Ramírez-Rodríguez y Hernández-Herrera 2000). Ello explica parcialmente, ya que seguramente existen otros factores, la presencia de individuos de grandes tallas (>1m de longitud total) y con abundancias importantes de las tres especies del género *Mycteroperca* que se registraron en la zona. Cabe destacar que la baya, *M. jordani*, y la cabrilla chiruda, *M. prionura*, tuvieron una presencia que sólo había sido observada por los autores en el área del Parque Nacional de Cabo Pulmo, al sur de la Bahía de La Paz, BCS, la única zona donde está restringida totalmente la pesca dentro del Golfo de California.

Estructura de la comunidad íctica

Los resultados del análisis de componentes principales revelan dos cosas. Por un lado, rectifican la separación de dos hábitats distintos caracterizados por la dominancia de una especie y donde la separación más clara es la profundidad. Se considera a la profundidad antes que a la cobertura algal por varios motivos. El ambiente de bloques desnudos someros quedó agrupado junto con los sitios de cobertura algal, mientras que el tepetate con cobertura de *Padina* no lo estuvo. Por otro lado, no hubo una distinción marcada entre las zonas rocosas con predominancia de *Padina* y las de *Sargassum*, a pesar de que la complejidad ambiental es muy diferente entre ambos ambientes. En las zonas de *Sargassum*, la amplitud vertical del sustrato es muy marcada debido al tipo de crecimiento del algal mientras que, por la misma razón, las zonas de *Padina* tienen una estructuración horizontal. Además, como se apreció en los censos, la única especie de pez herbívora, *G. simplicidens*, forrajea principalmente en sargazo y no *Padina*.

No obstante lo anterior, no puede desestimarse la contribución de la cobertura algal en la estructuración de los hábitats, ya que el gradiente de profundidad que abarca el ambiente somero es muy amplio de acuerdo al análisis de componentes principales (desde 5 hasta 10 m de profundidad). Por debajo de este nivel, la cobertura algal se reduce sustancialmente. Por otro lado, las tres especies ícticas que tuvieron valores positivos sobre el vec-

Copyrighted material

tor ortogonal 1, además de las dos más importantes, son la jaqueta de Cortés, *S. rectifraenum* (omnívoro territorialista con dieta principalmente algal), la chopa ojo azul, *G. simplicidens* (herbívoro), y el gobio cabeza roja, *E. punctículatus* (aparentemente por el refugio que ofrece en particular *Padina*).

En el estrato somero la especie íctica característica es la lagartija de tres aletas, *C. gracilis*. En la zona profunda (18–23 m), donde la cobertura algal es muy baja, la especie dominante es la castañeta mexicana, *C. limbaughi* y, en menor medida, el gobio bonito, *L. dalli*. En la figura 10b, se aprecia que mientras *C. limbaughi* muestra una correlación ligeramente negativa con el vector ortogonal 1, *C. gracilis* y *L. dalli* tienen valores positivos en ambos vectores, lo que indica que su distribución no está restringida por ninguno de los descriptores del hábitat que se consideraron.

Esta observación, aunada a que las 25 especies restantes en el análisis (tabla 4) se ubicaron en el cruce de los ejes (i.e., 0,0), sugiere que la distribución espacial de las especies es más bien generalizada, y sólo la fuerte dominancia de dos especies (una en cada caso) determina la separación de los hábitats. Es necesario entonces realizar observaciones sin la presencia de las algas, como ocurre en octubre, para comparar resultados en los mismos sitios.

Otro aspecto que se pudo corroborar es la influencia del microhábitat en especies ecológicamente tan diversas como *C. limbaughi* (fig. 8bc), *S. rectifraenum*, *A. crockeri* (fig. 7b) y *Opistognathus rosenblatti*. En este sentido habrá que considerar otros descriptores del hábitat para explorar este y otros puntos que escaparon al alcance de este estudio; en particular el de la corriente de mareas que, al ser tan intensa y variable, casi seguramente está influyendo decisivamente en la estructura de las comunidades.

Agradecimientos

Agradecemos a Pronatura Noroeste, especialmente a Gustavo Danemann, por la invitación a participar en este proyecto, así como por el apoyo logístico y financiero durante la realización del trabajo de campo. Asimismo, agradecemos al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por el apoyo decidido a este estudio a través del Laboratorio de Ictiología, el Programa de Planeación Ambiental y Conservación y al Programa de Ecología Pesquera, y a la Universidad Autónoma de Baja California Sur por todo el apoyo durante

Copyrighted material

la estancia en Bahía de los Ángeles. Agradecemos a Fermín Smith-Guerra, nuestro guía en las aguas de la región, por su gran ayuda durante el trabajo de campo. Gracias a Catalina López-Sagastegui por la elaboración del mapa del área de estudio. Estamos en deuda con Israel Sánchez-Alcántara por la mayoría de las fotos que ilustran este capítulo. La versión final de este manuscrito mejoró mucho gracias a la revisión crítica, comentarios y sugerencias de Lloyd T Findley (CIAD-Guaymas), Phillip Hastings (SCRIPPS, UCSD), José De La Cruz-Agüero (CICIMAR, IPN) y Gustavo Danemann (Pronatura Noroeste).

Resumen

Se presenta una caracterización de las asociaciones de peces de arrecife en la región de Bahía de los Ángeles. Para ello se evaluaron 14 sitios distribuidos en la costa peninsular, islotes e islas, cubriendo una distancia de 75 km entre el extremo norte (Cantiles de Guadalupe) y el sur (Los Choros). El número de especies y su abundancia fue determinado mediante censos visuales. Se registraron 93 especies de peces repartidas en 32 familias, de las cuales el mayor número de especies correspondieron a las familias Serranidae (9), Chaenopsidae (8), Gobiidae y Haemulidae (7), y Labrisomidae (6). Trece de las especies son endémicas del Golfo de California. Los grupos funcionales tróficos más abundantes correspondieron a los omnívoros territorialistas (media = 0.25 ind m^{-2}) y los zooplanctívoros (0.17 ind m^{-2}), aunque los más frecuentes fueron los zoobentívoros crípticos (100%) y conspicuos (97.5%). Los peces fueron clasificados en 4 grupos (raros, frecuentes, comunes y típicos), siendo *Crocodilichthys gracilis* (1.36 ind m^{-2}), *Lythrypnus dalli* (0.39 ind m^{-2}) y *Stegastes rectifraenum* (0.25 ind m^{-2}) las especies dominantes por su abundancia y frecuencia de ocurrencia (>80%). La castañeta mexicana, *Chromis limbaughi*, una especie con gran abundancia (1.15 ind m^{-2}), se asoció a sitios profundos y con corrientes fuertes. No obstante, su frecuencia fue baja (37.5%). El promedio de especies disminuyó de la zona somera (media = 17.56 spp.) hacia los estratos medio y profundo (14.66 spp.), aunque la densidad media (de 3.09 a 9.91 ind m^{-2}) mostró un patrón opuesto. El análisis de agrupamiento separó los sitios profundos (Alcatraz, Coronadito y El Quemado), así como El Suspiro en Isla Ángel de la Guarda, de los demás sitios. Analizando por hábitats, los bloques desnudos

Copyrighted material

presentaron mayor densidad de individuos que los cubiertos por macroalgas, y no presentaron diferencias significativas con las paredes rocosas con sargaso o el tepetate con *Padina* spp. Esto sugiere una distribución espacial de las especies de tipo generalizada, determinando la separación de los hábitats solamente la densidad de unas pocas especies. Comparaciones con otras localidades del Golfo de California demuestran el reemplazo de algunas especies, y grupos funcionales por otros (p. ej., lutjánidos por lábridos), así como la distribución de la dominancia de varias a unas cuantas especies.

Abstract

A characterization of the reef fish assemblages is presented for the region of Bahía de los Ángeles. For this study, 14 sites distributed along the peninsular coast and islands, covering a distance of 75 km from the north (Cantiles de Guadalupe) to the south (Los Choros) boundaries were investigated. The number of species and their abundance was determined by means of visual censuses. Ninety-three species of fish of 32 families were recorded, most of which corresponded to the families Serranidae (9), Chaenopsidae (8), Gobiidae and Haemulidae (7) and Labrisomidae (6). Thirteen species are endemic to the Gulf of California. The most abundant functional trophic groups corresponded to territorial omnivores (mean = 0.25 individuals m^{-2}) and zooplanktivores (0.17 individuals m^{-2}), although, the most frequent were cryptic zoobenthyvores (100%) and conspicuous zoobenthyvores (97.5%). Fish were classified into four groups (rare, frequent, common, and typical), with *Crocodilichthys gracilis* (1.36 individuals m^{-2}), *Lythrypnus dalli* (0.39 individuals m^{-2}) and *Stegastes rectifraenum* (0.25 individuals m^{-2}) being the dominant species regarding their abundance and frequency of occurrence (>80%). Limbaugh´s chromis, *Chromis limbaughi*, a species with great abundance (1.15 individuals m^{-2}), was associated with deep sites and strong currents; not withstanding, its frequency was low (37.5%). The average number of species was highest in shallow zones (mean = 17.56 spp.) and decreased in the middle and deep strata (14.66 spp.), while the mean density of each strata (from 3.09 to 9.91 individuals m^{-2}) showed an opposite pattern. The cluster analysis separated the deep sites of Alcatraz, Coronadito and El Quemando as well as El Suspiro, in Isla Ángel de la Guarda, from the rest. Analysis per habitat shiwed that bare sites presen-

Copyrighted material

ted higher density of individuals than those covered by macroalgae and did not show significant differences when compared with rocky walls with kelp, or with calcareous rock and *Padina* spp. This suggests a generalized spatial distribution of species, with the separation of habitats being determined solely the density of a few species. Comparisons with other locations in the Gulf of California demonstrate the substitution of a few species and functional groups for others (i.e. lutjanus for labridae), just as the distribution of the determined dominance of species varies between several to a few species.

Referencias

Aburto-Oropeza O. 2002. Manual para el monitoreo de peces arrecifales en Bahía de Los Ángeles, BC. UABCS-Pronatura Noroeste. Manuscrito no publicado, 7 pp.

Aburto-Oropeza O, Balart EF. 2001. Community structure of reef fishes in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *P.S.Z.N. Mar. Ecol.* 22(4): 283–305.

Ackerman JL, Bellwood DR. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 206: 227–237.

Allen GR, Robertson DR. 1994. *Fishes of the Tropical Eastern Pacific*. University of Hawaii Press, Honolulu, 332 pp.

Alvarez-Borrego S. 2002. Physical oceanography. En: TJ Case, ML Cody, E. Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 41–59.

Alvarez-Borrego S, Rivera JA, Gaxiola-Castro G, Acosta-Ruiz MJ, Schwartzlose RA. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 5: 53–71.

Arreola-Robles JL, Elorduy-Garay JF. 2002. Reef fish diversity in the region of La Paz, Baja California Sur, Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 70:1–18.

Balart EF, Ortega-Rubio A. 2005. Programa de Monitoreo de la restauración de arrecife coralino afectado por el Buque Tanque Lázaro Cárdenas II, y de las comunidades arrecifales de la región del Parque de Loreto, Baja California Sur. Segundo Informe Técnico al Consejo Nacional para la Biodiversidad (CONABIO). La Paz, BCS, 86 pp.

Balart EF, González-Cabello A, Romero-Ponce RC, Zayas-Álvarez A, Calderón-Parra M, Campos-Dávila L, Findley LT. 2006. Length-weight relationships of cryptic reef fishes from the southwestern Gulf of California, México. *J. Appl. Ichthyol.* 22: 316–318.

Copyrighted material

Bermúdez-Almada BR, García-Laguna G. 1985. Hábitos alimenticios en los peces de las zonas rocosas de la Bahía de La Paz, BCS. Tesis de licenciatura. UNAM. México, DF, 259 pp.

Bortone SA, Samoilys MA, Francour P. 2000. Fish and macroinvertebrate evaluation methods. En: W Seaman (ed.), *Artificial Reef Evaluation; with Application to Natural Marine Habitats*. CRC Press, Boca Raton, Florida. Pp. 127–164.

Briggs JC. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill, New York, 475 pp.

Briggs JC. 2003. Marine centers of origin as evolutionary engines. *J. Biogeogr.* 30:1–18.

Brusca RC, Thomson DA. 1975. Pulmo Reef: The only "Coral Reef" in the Gulf of California. *Cienc. Mar.* 1(3): 37–53.

Campos-Dávila L, Cruz-Escalona VH, Galván-Magaña F, Abitia-Cárdenas A, Gutiérrez-Sánchez FJ, Balart EF. 2005. Fish assemblages in a Gulf of California marine reserve. *Bull. Mar. Sci.* 77: 347–362.

Carreño AL, Helenes J. 2002. Geology and ages of the islands. En: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 14–40.

Castro-Aguirre JL, Balart EF, Arvizu-Martínez J. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica* 5(1–2): 57–78.

Cowen RK. 1983. The effect of sheephead (*Semicossyphus pulcher*) predation on red sea urchin (*Strongylocentrotus franciscanus*) populations: an experimental analysis. *Oecologia* 58: 249–255.

Cowen RK. 1986. Site-specific differences in the feeding ecology of the California sheephead, *Semicossyphus pulcher* (Labridae). *Environ. Biol. Fish.* 16: 193–203.

Delgado-Argote LA. 2000. Evolución Tectónica y Magmatismo Neógeno de la Margen Oriental de Baja California Central. Tesis de doctorado. UNAM. México, DF, 175 pp.

Ebeling AW, Hixon MA. 1991. Tropical and temperate reef fishes: comparison of community structure. En: PF Sale (ed.), *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego. Pp. 509–563.

Findley LT, Torre J, Nava JM, van der Heiden AM, Hastings PA. 1996. Preliminary ichthyofaunal analysis from a macrofaunal database on the Gulf of California, México. En: Program book and abstracts, 76th Annual Meeting. American Society of Ichthyologists and Herpetologists, 13–19 June 1996, New Orleans. Pp. 138.

Fitch JE, Lavenberg RJ. 1971. *Marine food and game fishes of California*. University of California Press, Berkeley, 179 pp.

Copyrighted material

Gibson RN. 1967. The use of the anaesthetic quinaldine in fish ecology. *J. Anim. Ecol.* 36: 215–234.

González-Cabello A. 2003. Variabilidad Espacio-Temporal de las Asociaciones de Peces Crípticos en Áreas Arrecifales Coralinas y Rocosas de la Región de La Paz, BCS. Tesis de maestría. CIBNOR, SC. La Paz, México, 84 pp.

Grove JS, Lavenberg RJ. 1997. *The fishes of the Galápagos Islands*. Stanford University Press, Stanford, 863 pp.

Harmelin-Vivien ML. 2002. Energetics and fish diversity on coral reefs. En: PF Sale (ed.), *Coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, Elsevier Science, San Diego. Pp. 265–274p.

Harmelin-Vivien M, Chauvet C, Duval C, Galzin R, Lejeune P, Barnabé G, Blanc F, Chevalier R, Duclerc J, Lassere G. 1985. Evaluation visuelle des peuplements et populations de poissons: méthodes et problemes. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 40: 467–539.

Herrero-Pérezrul MD, Reyes-Bonilla H, González-Azcárraga A, Cintra-Buenrostro CE, Rojas-Sierra A. 2007. Equinodermos. En: G Danemann y E Ezcurra (eds.), *Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea Base 2007*. Pronatura Noroeste-INE. Pp. 339-362.

Hobson ES. 1965. Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia* 1965: 291–302.

Hobson ES. 1968. Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California. U. S. Fish Wildl. *Serv. Res. Rep.* 73: 1–92.

Hobson ES. 1994. Ecological relations in the evolution of acanthopterygian fishes in warm–temperate communities of the northern Pacific. *Environ. Biol. Fish.* 40: 49–90.

Kingsford MJ. 2000. Reef fishes. En: MJ Kingsford, CN Battershill (eds.), *Studying temperate marine environments. A handbook for ecologists*. Canterbury University Press & CRC Press, Chistchurch, New Zealand. Pp. 132–166.

Kingsford M.J, Battershill CN. 2000. Subtidal habitats and benthic organisms of rocky reefs. En: MJ Kingsford, CN Battershill (eds.), *Studying temperate marine environments. A handbook for ecologists*. Canterbury University Press & CRC Press, Chistchurch, New Zealand. Pp. 84–114.

Nelson, JS, Crossman EJ, Espinoza-Pérez H, Findley LT, Gilbert CR, Lea RN, Williams JD. 2004. *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico*. American Fisheries Society, Special Publication 29, Bethesda, Maryland, 386 pp. + CD.

Copyrighted material

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA, Cabello-Pasini A, Brinkhuis BH. 1992. Growth responses and seasonal biomasa variation of *Gigartina pectinata* Dawson (Rhodophyta) in the Gulf of California. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 157: 263–274.

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA. 1996a. Brown algae (Phaeophyta) from Bahía de los Ángeles, Gulf of California, México. *Hydrobiologia* 326/327: 169–172.

Pacheco-Ruiz I,. Zertuche-González JA. 1996b. Green algae (Chlorophyta) from Bahía de los Ángeles, Gulf of California, México. *Bot. Mar.* 39: 431–433.

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA. 2002. Red algae (Rhodophyta) from Bahía de los Ángeles, Gulf of California, México. *Bot. Mar.* 45: 465–470.

Parrish JK. 1992. Levels of diurnal predation on a school of flat-iron herring, Harengula thrissina. *Env. Biol. Fish.* 34: 257–263.

Parrish JK, Strand SW, Lott JL. 1989. Predation on a school of flat-iron herring, Harengula thrissina. *Copeia* 1989: 1089–1091.

Pérez-España EH, Galván-Magaña F, Abitia-Cárdenas A. 1996. Variaciones temporales y espaciales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos del suroeste del Golfo de California, México. *Cienc. Mar.* 22: 273–294.

Ramírez-Rodríguez M. 1997. Producción pesquera en la Bahía de La Paz, B.C.S. En: J Urbán-Ramírez, M Ramírez-Rodríguez (eds.), *La Bahía de La Paz: investigación y conservación*. UABCS, La Paz, México. Pp. 273–281.

Ramírez-R M, Rodríguez-M C. 1990. Composición específica de la captura artesanal de peces en Isla Cerralvo, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR* 5: 137–141.

Ramírez-Rodríguez M, Hernández-Herrera A. 2000. Pesca artesanal en la costa oriental de Baja California Sur, México (1996-1997). En: O Aburto-Oropeza, CA Sánchez-Ortiz (eds.), *Recursos arrecifales del Golfo de California. Estrategias de manejo*. UABCS, La Paz, México. Pp. 18–29.

Romero-Ponce RC. 2002. Estructura comunitaria de peces asociados a cabezas de coral en cuatro localidades de Bahía de La Paz, BCS, México. Tesis de licenciatura. UABCS. La Paz, México, 97 pp.

Sala E, Aburto-Oropeza O, Paredes G, Parra I, Barrera JC, Dayton PK. 2002. A general model for designing networks of marine reserves. *Science* 298: 1991–1993.

Sánchez-Ortiz C, Arreola-Robles JL, Aburto-Oropeza O, Cortés-Hernández M. 1997. Peces de arrecife en la región de La Paz, B.C.S. En: J Urban-R, M Ramírez-R (eds.), *La Bahía de La Paz, investigación y conservación*. UABCS, La Paz, México. Pp. 177–188.

Thomson DA, Lenher CE. 1976. Resilience of a rocky intertidal fish community in a physically instable environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 22: 1–29.

Copyrighted material

Thomson DA, Gilligan M. 1983. *The rocky-shore fishes. En: TJ Case, ML Cody (eds.), Island biogeography in the Sea of Cortez*. University of California Press, Berkeley. Pp. 98–129.

Thomson DA, Gilligan MR 2002. Rocky-shore fishes. En: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 154–180.

Thomson DA, Findley LT, Kerstitch AN. 2000. *Reef fishes of the Sea of Cortez: The rocky-shore fishes of the Gulf of California*. Revised Edition. University of Texas Press, Austin, 374 pp.

Viesca-Lobatón C. 2003. Cambios temporales en la estructura de la comunidad de peces de arrecifes rocosos en la parte sur-occidental del Golfo de California. Tesis de licenciatura. UABCS. México. La Paz, México, 75 pp.

Walker BW. 1960. The distribution and affinities of the marine fish fauna of the Gulf of California. *Syst. Zool.* 9(3): 123–133.

Willis TJ. 2001. Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. *J. Fish Biol.* 59: 1408–1411.

Páginas siguientes:

Apéndice 1. Listado taxonómico y caracterización de las especies por tipo (conspicuo o críptico), grupo funcional trófico (herb= herbívoros; omni= omnívoros; oter= omnívoros territoriales; pisci= piscívoros; zoob= zoobentívoros; zoop= zooplanctívoros), distribución por sitio (códigos de los sitios en Tabla 1), A la derecha de la tabla se caracterización a las especies de acuerdo a su frecuencia de ocurrencia y densidad media (T = típicas; C = comunes; F = frecuentes; R = raras) en los diferentes hábitats (algas y rocas) y profundidades (somero= 5-6 m; medio= 8-9 m; profundo= 18-23 m) y en general. Símbolos: € = especies endémicas al Golfo de California; β = nuevo registro para el área; * especies colectadas con quinaldina; ** especies registradas por Aburto-Oropeza (2002)

Copyrighted material

Orden	Familia	Especie	Tipo	Grupo
Rajiformes	Dasyatidae	*Dasyatis dipterura*	crip	zoob
	Urolophidae	*Urobatus halleri*	crip	zoob
Anguilliformes	Muraenidae	*Muraena argus β*	crip	zoob
Batrachoidiformes	Batrachoididae	*Porichthys* sp.	crip	zoob
Mugiliformes	Mugilidae	*Mugil* spp.	cons	herb
Scorpaeniformes	Scorpaenidae	*Scorpaena plumieri mystes*	cben	zoob
		Scorpaena sonorae	crip	zoob
		Scorpaenodes xyris	crip	zoob
Perciformes	Serranidae	*Alphestes immaculatus*	crip	pisci
		Cephalopholis panamensis	crip	pisci
		Epinephelus labriformis	crip	zoob
		Mycteroperca prionura β	cons	pisci
		Mycteroperca rosacea	cons	pisci
		Paralabrax auroguttatus	cons	zoob
		Paranthias colonus	cons	zoop
		Serranus psittacinus	crip	zoob
	Opistognathidae	*Opistognathus rosenblatti €*	crip	zoob
	Apogonidae	*Apogon retrosella*	crip	zoop
	Carangidae	*Seriola lalandi*	cons	pisci
	Haemulidae	*Anisotremus davidsonii*	cons	zoob
		Anisotremus interruptus	cons	zoob
		Haemulon flaviguttatum	cons	zoob
		Haemulon sexfasciatum	cons	zoob
		Haemulon steindachneri	cons	zoob
		Microlepidotus inornatus β	cons	zoob
	Sparidae	*Calamus brachysomus*	cons	zoob
	Sciaenidae	*Pareques* sp.	crip	zoob
	Chaetodontidae	*Johnrandallia nigrirostris β*	cons	omni
	Pomacanthidae	*Holacanthus passer*	cons	omni
		Pomacanthus zonipectus	cons	omni
	Kyphosidae	*Girella simplicidens €*	cons	omni
		Hermosilla azurea	cons	herb
		Kiphosus analogus	cons	omni
	Cirrhitidae	*Cirrhitichthys oxycephalus β*	crip	zoob
	Pomacentridae	*Abudefduf troschelii*	cons	zoop
		Chromis atrilobata	cons	zoop
		Chromis limbaughi €	cons	zoop
		Stegastes rectifraenum	crip	oter

Copyrighted material

ALCATR	BRACIT	CANGUA	CHOROS	CORPE	CORTIJ	CRDITO	GUASUS	HERRAD	MITLAN	PESCAD	PIOJON	PIVENT	QUEMAD	Ocurrencia Algas Med	Som	Rocas Prof	Med	Som	Gral
											•			--	--	--	--	R	R
	•	•	•		•		•		•	•	•	•		F	F	--	R	R	R
				•			•							--	--	R	--	R	R
				•										--	--	R	--	--	R
								•						R	--	--	--	--	R
	•						•				•	•	•	--	R	R	--	F	R
•														--	--	R	--	--	R
•			•			•	•			•				--	R	R	--	R	R
					•							•		--	R	--	C	--	R
											•		•	--	--	R	--	R	R
									•					R	--	--	--	--	R
						•				•			•	--	R	R	--	--	R
•	•	•			•	•		•	•	•	•	•	•	F	F	F	F	F	F
•		•		•	•	•		•		•			•	F	R	F	R	--	R
		•												R	--	--	--	--	R
•	•					•	•			•	•	•		--	R	F	--	F	R
•	•													--	--	R	--	R	R
	•													--	--	--	--	R	R
	•								•		•		•	R	--	R	--	F	R
	•	•							•	•	•			F	R	--	--	C	R
	•		•						•				•	R	R	R	--	R	R
	•										•			--	--	--	--	F	R
								•						R	--	--	--	--	R
								•					•	R	--	R	--	--	C
											•			--	--	--	--	R	R
	•		•		•		•	•	•	•	•	•		R	F	--	F	F	R
•		•		•	•			•				•		R	R	R	R	--	R
			•						•					R	R	--	--	--	R
•	•		•	•					•		•		•	R	R	R	--	R	R
•	•	•	•	•		•		•	•	•	•	•	•	F	F	F	--	R	F
•	•	•	•		•	•		•	•	•	•	•		F	T	R	F	F	F
										•				--	R	--	--	--	R
										•				--	R	--	--	--	R
	•													--	--	--	--	R	R
•		•	•		•			•		•	•	•	•	F	F	R	R	R	R
	•	•		•	•	•							•	R	R	F	R	R	R
•		•		•		•	•						•	R	--	T	--	R	R
•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•	T	T	T	T	T	T

(Continúa)

Copyrighted material

Orden	Familia	Especie	Tipo	Grupo
	Labridae	*Bodianus diplotaenia*	cons	zoob
		Halichoeres nicholsi	cons	zoob
		Halichoeres semicinctus	cons	zoob
		Semicossyphus pulcher	cons	zoob
	Scaridae	*Nicholsina denticulata*	cons	herb
	Tripterygiidae	*Crocodilichthys gracilis* €	crip	zoob
		Tripterygiidae sp	crip	zoob
	Labrisomidae	*Exerpes asper*	crip	zoob
		Malacoctenus gigas €	crip	zoob
		Malacoctenus hubbsi	crip	zoob
		Xenomedea rhodopyga €	crip	zoob
	Chaenopsidae	*Acanthemblemaria crockeri* €	crip	zoop
		Chaenopsidae sp 1	crip	zoop
		Chaenopsidae sp 2	crip	zoop
		Chaenopsis alepidota	crip	zoop
		Cirriemblemaria lucasana β	crip	zoop
		Coralliozetus micropes €	crip	zoop
		Emblemaria hypacanthus €	crip	zoop
	Blennidae	*Hypsoblennius gentilis*	crip	omni
	Gobiidae	*Chriolepis zebra* €	crip	zoob
		Coryphopterus urospilus	crip	zoob
		Elacatinus puncticulatus	crip	zoob
		Lythrypnus dalli	crip	zoob
		Parella maxillaris	crip	omni
	Sphyraeidae	*Sphyraena lucasana*	cons	pisci
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	*Pleuronichthys ocellatus*	crip	zoob
Tetraodontiformes	Balistidae	*Balistes polylepis*	cons	zoob
		Pseudobalistes naufragium β	cons	zoob
	Tetraodontidae	*Sphoeroides annulatus*	cons	zoob
		TOTAL DE ESPECIES POR SITIO		
	Especies observadas fuera de transecto			
Heterodontiformes	Heterodontidae	*Heterodontus mexicanus*	crip	zoob
Rajiformes	Urolophidae	*Urobatis concentricus***	crip	zoob
		*Urobatis maculatus***	crip	zoob

Copyrighted material

ALCATR	BRACIT	CANGUA	CHOROS	CORPE	CORTIJ	CRDITO	GUASUS	HERRAD	MITLAN	PESCAD	PIOJON	PIVENT	QUEMAD	Ocurrencia	Algas Med	Algas Som	Rocas Prof	Rocas Med	Rocas Som	Gral
•	•	•	•	•		•		•		•	•	•	•	F	F	F	--	F	F	
•	•				•	•	•	•	•	•	•	•	•	F	F	F	F	F	F	
•	•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	F	F	F	F	R	R	
•	•	•				•				•	•		•	R	R	F	R	R	R	
	•													--	--	--	--	R	R	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	T	T	T	T	T	T	
	•													--	--	--	--	R	R	
								•					•	R	--	R	--	--	R	
	•				•		•	•	•	•	•			F	R	--	R	F	R	
	•		•		•		•	•	•	•	•	•		F	F	--	R	F	F	
		•	•				•				•		•	R	R	R	--	R	R	
	•	•	•	•	•			•		•	•	•		R	F	R	F	R	R	
							•							--	--	--	--	R	R	
							•			•	•			--	R	--	--	R	R	
						•				•		•		--	R	R	--	--	R	
							•			•				--	R	--	--	R	R	
							•							--	--	--	--	R	R	
					•					•				--	R	--	C	--	R	
•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	F	F	R	F	F	F	
•	•	•								•		•		R	F	R	--	R	R	
•	•	•		•	•	•	•			•	•	•	•	R	F	F	T	F	R	
•	•	•	•	•	•			•	•	•	•	•	•	F	F	F	R	T	T	
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	T	F	T	T	T	T	
	•					•				•		•		--	R	R	--	R	R	
	•								•					R	--	--	--	R	R	
•														--	--	R	--	--	R	
•	•	•	•			•			•	•	•		•	C	R	R	--	F	R	
	•													--	--	--	--	R	R	
•	•	•			•				•	•	•	•	•	R	F	F	R	R	R	
			45	73	51	20	32	38	46	27	37	46	61	49	45	49				
														--	--	--	--	--	--	
														--	--	--	--	--	--	
														--	--	--	--	--	--	

(Continúa)

Copyrighted material

Orden	Familia	Especie	Tipo	Grupo
Anguilliformes	Muraenidae	*Gymnothorax castaneus***	crip	zoob
Perciformes	Serranidae	*Mycteroperca jordani*	cons	pisci
		*Paralabrax maculatofasciatus***	cons	zoob
	Opistognathidae	*Opistognathus rhomaleus*	crip	zoop
	Lutjanidae	*Hoplopagrus guentherii***	cons	zoob
		*Lutjanus argentiventris***	cons	pisci
		*Lutjanus guttatus***	cons	zoob
	Haemulidae	*Anisotremus taeniatus***	cons	zoob
		Haemulon maculicauda	cons	zoob
	Labridae	*Halichoeres chierchiae***	cons	zoob
		Thalassoma lucasanum	cons	zoob
	Scaridae	*Scarus perrico***	cons	herb
	Tripterygiidae	*Axoclinus nigricaudus*€*	crip	zoob
		Axoclinus sp.*	crip	zoob
	Labrisomidae	*Labrisomus multiporosus**	crip	zoob
		*Labrisomus xanti**	crip	zoob
	Chaenopsidae	*Protemblemaria bicirrus**	crip	zoop
	Gobiesocidae	*Gobiesox adustus*β*	crip	zoob
		*Tomicodon boehlkei** €	crip	herb
	Pereleotridae	*Pereleotris carinata* β	crip	zoop
	Gobiidae	*Bathygobius ramosus**	crip	zoob
		*Lythrypnus pulchellus**	crip	zoob
		Pycnomma semisquamatum€*	crip	zoob

Copyrighted material

ALCATR	BRACIT	CANGUA	CHOROS	CORPE	CORTIJ	CRDITO	GUASUS	HERRAD	MITLAN	PESCAD	PIOJON	PIVENT	QUEMAD	Ocurrencia Algas Med	Som	Prof	Rocas Med	Som	Gral
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--
														--	--	--	--	--	--

Copyrighted material

Copyrighted material

15 *Recursos pesqueros*

Víctor M Valdez-Ornelas,
Octavio Aburto-Oropeza,
Esteban Torreblanca-Ramirez,
Gustavo D Danemann
y Ricardo Vidal-Talamantes

Introducción

Si bien es comúnmente aceptado que los ecosistemas marinos y costeros proporcionan servicios ambientales de gran valor para las sociedades humanas (Constanza *et al.* 1997), en términos generales se desconoce la capacidad real que tienen para producir recursos explotables. Indirectamente, la pesca ha sido una alternativa para valorar la capacidad de estos sistemas, pero pese a que esta actividad mantiene económicamente a cerca del 10% de la población costera (CONAPESCA 2003), en México este tipo de evaluaciones han sido poco valoradas y apoyadas.

La falta de evaluaciones históricas y la poca confiabilidad de las estadísticas pesqueras han contribuido al escenario actual de las pesquerías mexicanas: 20% deterioradas, 65% en su máximo nivel de rendimiento, y solamente 15% con un potencial de desarrollo (INP 2000). Más aún, algunos autores consideran que 82% de las pesquerías mexicanas están sobreexplotadas (Hernández y Kempton 2003). Sin una evaluación continua del estado que guardan los recursos pesqueros, que se refleje en medidas administrativas efectivas, los incentivos de mercado invariablemente promoverán la sobreexplotación y, en algunos casos, el colapso de las pesquerías o inclusive la extinción biológica de las poblaciones o especies de interés comercial (ver, p. ej., McGoodwin 1979, 1990).

Copyrighted material

En este marco, los puntos de referencia o líneas de base son elementos indispensables para el manejo de los recursos pesqueros (Jackson *et al.* 2001). Sin conocer el estado inicial o punto de partida, no es posible entender las variaciones naturales en la abundancia de las especies, ni tampoco separar los efectos de la actividad pesquera de los efectos naturales que afectan a las poblaciones. Sin embargo, los administradores de pesquerías raramente cuentan con dichos puntos de referencia, lo que ocasiona que se designen como estado inicial los datos derivados de evaluaciones de biomasa realizadas en el momento de la toma de decisión. Esta situación limita las posibilidades de conocer la evolución de los niveles poblacionales, así como las tendencias de la producción previas a la evaluación.

En el Golfo de California, la intensa actividad pesquera y el mencionado esquema de toma de decisiones han afectado seriamente los niveles poblacionales de varias especies, llevando a algunas de ellas al borde de la extinción (Musik *et al.* 2000). Sin embargo, hasta el momento dichos cambios poblacionales no han sido considerados en la regulación pesquera (Sáenz-Arroyo *et al.* 2005a, 2005b), lo que afecta en cascada a toda la comunidad arrecifal (Sala *et al.* 2004).

Este capítulo presenta un primer análisis técnico de las pesquerías de Bahía de los Ángeles (BLA), con la finalidad de entender la historia y generar un diagnóstico sobre la producción pesquera y las condiciones actuales de los recursos en la localidad, así como vislumbrar las perspectivas de la actividad bajo el sistema e intensidad de explotación vigentes. En conjunto, este análisis y los indicadores que se presentan en los apéndices de este reporte constituyen información útil tanto para la toma de decisiones en el presente, como para futuras evaluaciones comparativas.

Métodos

Para la descripción de las capturas históricas de la flota de BLA se utilizaron dos bases de datos: (1) registros oficiales de las capturas arribadas en BLA durante el período 1970–2000, proporcionados por Subdelegación de Pesca en Baja California de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); y (2) avisos de arribo elaborados en BLA durante el período 1990–2000, proporcionados por el Centro Regional

Copyrighted material

de Investigación Pesquera de Ensenada (CRIP), generados a partir de datos proporcionados por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA) para el estado de Baja California. El aviso de arribo es el formato utilizado por el Instituto Nacional de la Pesca para registrar las capturas arribadas en cada Oficina de Pesca. Ambas bases de datos fueron homologadas tomando en cuenta los códigos de cada uno de los recursos arribados, con el objetivo de determinar la identidad de los recursos registrados. Estos códigos fueron verificados con las claves específicas utilizadas por CONAPESCA, comparando y corrigiendo todos los registros por medio de su etiqueta nominal y su código. La verificación de cada registro a nivel aviso de arribo permitió asegurar la calidad de los datos utilizados, totalizando 1,891 registros anualizados y 42,322 avisos de arribo.

Los registros incluyen 104 recursos pesqueros. En algunos casos un "recurso" se refiere a una sola especie, mientras que en otros implica a un conjunto de ellas. Debido a las diferencias entre las pesquerías (en lo que respecta, por ejemplo, a volúmenes de captura, temporadas, demanda), se utilizó el "registro de aviso de arribo" como unidad de medición de la actividad pesquera para cada recurso. Esta definición permitió sustituir la captura por unidad de esfuerzo (CPUE), utilizada tradicionalmente, por la "captura por unidad de registro" (CPUR). Estrictamente, ésta no se asume como índice de abundancia, sino como elemento para analizar las "tendencias" de la actividad pesquera, independientemente de los valores cuantitativos de captura y esfuerzo.

Por otra parte, para determinar el estado actual de las pesquerías en BLA, se utilizaron los registros de captura mencionados anteriormente para el periodo 1990–2000, y la caracterización biométrica de los recursos explotados en la localidad. Los datos biológico-pesqueros fueron obtenidos por Pronatura Noroeste en el área de estudio desde 2003. Con esta información se estimaron los siguientes indicadores: especies objetivo y captura incidental; talla y peso de los individuos capturados; temporalidad, métodos y zonas de pesca; y condiciones de comercialización.

Todos los muestreos biológicos se realizaron en la rampa pública utilizada para el botado de embarcaciones de pesca. En este sitio se estableció un programa de monitoreo permanente, a través del cual cada semana se registraron las medidas y el peso de las capturas arribadas por 18 embarcaciones menores de entre 6.7 y 9.0 m de eslora (22–30 pies). En ningún caso la

Copyrighted material

muestra representó menos del 50% de la captura total del día. Con la finalidad de tener una mayor representatividad de cada pesquería, adicionalmente se registró un mayor porcentaje de los individuos de las especies de mayor incidencia en cada temporada. Los registros realizados permitieron estimar los siguientes parámetros biométricos y biológicos.

Parámetros biométricos

Relación talla: peso. Se expresa como una ecuación exponencial del peso en función de la longitud: $W = aL^b$ (Pauly 1983), donde W es el peso, L es la longitud, b es el índice metabólico, y a es el coeficiente de alometría.

Factor de condición. Se basa en las relaciones biométricas del pez que describen el "bienestar" que presenta el individuo en relación con cambios de corpulencia durante su ciclo vital, de acuerdo a la expresión $K = W/L^b \times 100$ (Pauly 1980a). Esta relación condensa información sobre cambios alimenticios y madurez gonádica, los cuales afectan el estado fisiológico del pez (Ricker 1975).

Parámetros biológicos

Longitud teórica al tiempo cero (t_o, Beverton y Holt 1956) y Longitud asintótica (L_∞). Están dadas por la ecuación de $L_\infty = L_{max} \times 1.05$ (Pauly 1983).

Parámetro anual de curvatura (k, Sparre y Venema 1997). Se obtiene mediante la combinación de los métodos de desplazamiento modal (Pettersen 1890, en: Pauly 1983), separación de componentes normales (Bhattacharya 1966), y la primera ecuación de von Bertalanffy ($-\ln(1-Lt/L_\infty = kt_o + kt$), von Bertalanffy 1938). Con estos elementos se configura el modelo de crecimiento corporal $Lt = L_\infty(1-e^{-k(t-to)})$.

Tasas de mortalidad. La mortalidad natural, M (Pauly 1980b), involucra a los estimados L_∞, k y T (temperatura media anual del medio); la mortalidad total (Z) se obtiene a partir de la curva de captura; y la mortalidad por pesca, F, se resuelve mediante la ecuación $Z = M + F$.

El estimado de biomasa estructurado por longitud para cada pesquería se determinó mediante un análisis de población virtual (APV), que permite "conocer" el futuro como respuesta al presente, y calcula la biomasa (B_o), la mortalidad por pesca (F), y el número de organismos (N_i).

Copyrighted material

El manejo de la información y el procesamiento de datos se llevaron a cabo utilizando los programas computacionales Microsoft Excel para la operación de macros, y FISAT II versión 1.1.0 para la valoración de tasas de mortalidad (M y Z). La validación de k se realizó mediante "ploteo", la aplicación del modelo de Beverton y Holt, y el APV. Para cumplir con los criterios exigidos por la metodología basada en el análisis de longitudes, se analizaron únicamente los individuos que fueron medidos con precisión y cuyos datos de origen de captura estaban disponibles.

Resultados

Análisis histórico de las pesquerías

En el periodo 1970–2004 la flota de pesca ribereña de BLA arribó un total de 19,310 ton de recursos pesqueros (tabla 1). Destacan los tiburones (principalmente de las familias Alopiidae, Carcharhinidae, Cetorhinidae, Lamnidae, Sphyrnidae y Triakidae, así como la guitarra *Rhinobatos productus*, y el angelito *Squatina californica*), aportando en conjunto 16.2% de la producción total; el pepino de mar (*Istiotichopus fuscus*) aportando 10.4%; las cabrillas extranjera y arenera (*Paralabrax auroguttatus* y *P. maculatofasciatus*, respectivamente) 8.8%, el alga roja *Gracilariopsis lameneiformis* 8.8%, la baqueta (*Epinephelus acanthistius*) 7.4%, el jurel (*Seriola lalandi*) 7.2%, los lenguados (principalmente *Paralichthys californicus*) 4.8%, el pulpo (*Octopus* spp.) 3.3%, el cazón (*Mustelus* y *Galeorhinus*) 2.6%, y el "callo" de almeja voladora (*Argopecten ventricosus*) 2.5%. Estos recursos aportaron 72% de la captura total en el periodo mencionado. El resto de las capturas, incluidas dentro de la categoría "otras especies", aportaron individualmente un máximo de 2.5%. La captura anual media fue de 643.7 ton, con un máximo de 1,260 ton (1997) y un mínimo de 22.2 ton (1972).

La tendencia general de las capturas presenta variaciones importantes (fig. 1). Aplicando como criterios los "picos de producción", la serie histórica puede dividirse en tres periodos de aproximadamente diez años cada uno: 1970–1979, 1984–1994 y 1995–2004 (no se tienen registros de 1980–1983, ni para 1989). Extrapolando los volúmenes capturados a los años en que no se tienen registros, se presume una distribución de las capturas de 25.7% en

Copyrighted material

Tabla 1. Captura total por recurso, arribada en Bahía de los Ángeles de 1970–2004, e importancia relativa de cada recurso total y por fase histórica

Recurso	Captura total (kg)	Importancia relativa (%)			
		1970–2004	1970–1979	1980–1994	1995–2004
Tiburón	3,142,630	16.274	32.65	16.09	7.34
Pepino de mar	2,007,847	10.398	0.00	26.07	6.75
Alga seca	1,686,200	8.732	0.00	0.00	18.78
Baqueta	1,433,581	7.424	23.60	4.61	0.18
Jurel	1,394,833	7.223	1.56	9.21	9.16
Cabrilla	1,108,887	5.742	2.95	2.50	9.23
Lenguado	931,742	4.825	0.59	5.10	7.00
Otras especies	693,203	3.590	6.35	1.93	3.06
Pulpo	639,303	3.311	0.44	2.85	5.17
Cabrilla extranjera	598,151	3.098	0.20	1.27	5.79
Cazón	495,717	2.567	0.00	4.39	2.89
Almeja voladora	487,363	2.524	7.99	1.70	0.00
Blanco	484,208	2.507	0.77	1.79	3.89
Angelito	456,037	2.362	0.27	3.60	2.77
Lisa	450,219	2.331	1.09	2.32	3.03
Curvina	438,837	2.273	4.28	1.94	1.36
Sierra	376,402	1.949	0.49	4.84	1.02
Estrella de mar	307,035	1.590	6.18	0.00	0.01
Guitarra	282,078	1.461	0.07	0.72	2.68
Mantarraya	249,848	1.294	0.01	0.63	2.40
Mojarra	206,393	1.069	1.26	1.32	0.81
Mero	179,443	0.929	2.82	0.37	0.22
Cabezón (aguado)	120,150	0.622	1.29	0.61	0.26
Cochito	116,663	0.604	0.17	0.23	1.07
Calamar	109,272	0.566	0.86	0.04	0.72
Cabaicucho	101,640	0.526	1.28	0.37	0.20
Cangrejo	97,820	0.507	0.00	0.26	0.93
Ostión	94,576	0.490	0.00	1.27	0.29
Roncador	74,544	0.386	0.67	0.20	0.34
Langosta	73,361	0.380	0.00	0.10	0.76
Vieja	63,782	0.330	0.17	0.28	0.45
Almeja burra	61,392	0.318	0.10	0.98	0.04
Bacoco	59,316	0.307	0.53	0.29	0.20
Lopón	45,476	0.235	0.02	0.28	0.32
Conejo	42,916	0.222	0.00	0.72	0.05
Pargo	36,424	0.189	0.18	0.34	0.11

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 1. Captura total por recurso, arribada en Bahía de los Ángeles de 1970–2004, e importancia relativa de cada recurso total y por fase histórica

Recurso	Captura total (kg)	Importancia relativa (%)			
		1970–2004	1970–1979	1980–1994	1995–2004
Bocadulce	25,127	0.130	0.12	0.06	0.18
Huachinango	25,028	0.130	0.00	0.21	0.15
Chano	23,542	0.122	0.01	0.21	0.13
Rockot	17,407	0.090	0.26	0.05	0.02
Garropa	13,800	0.071	0.15	0.08	0.02
Caracho chino	13,015	0.067	0.23	0.00	0.02
Pámpano	11,228	0.058	0.07	0.03	0.07
Arepa	10,570	0.055	0.13	0.06	0.02
Barracuda	5,725	0.030	0.00	0.05	0.03
Bonito	4,911	0.025	0.08	0.00	0.01
Chopa	3,315	0.017	0.02	0.00	0.02
Palometa	3,144	0.016	0.06	0.00	0.00
Gata	2,205	0.011	0.00	0.00	0.02
Gavilán	2,135	0.011	0.00	0.01	0.02
Sardina	1,772	0.009	0.01	0.00	0.01
Perico	307	0.002	0.00	0.00	0.00
Cocinero	100	0.001	0.00	0.00	0.00
Barrilete	69	0.000	0.00	0.00	0.00

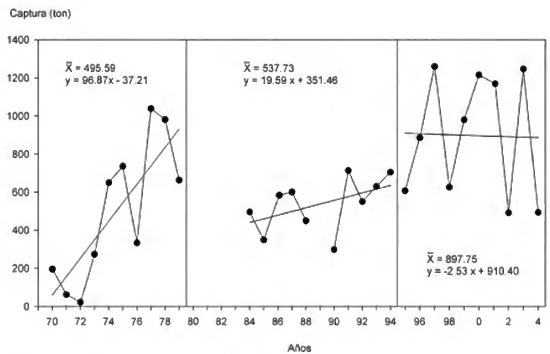
el primer periodo, 27.8% en el segundo y 46.5% en el tercero, este último que abarca hasta el presente. Esto significa que en los últimos diez años se capturó aproximadamente la mitad de todo lo capturado desde 1970.

El primer periodo se caracteriza por un nivel de producción relativamente bajo y con tendencia errática ascendente (fig. 1, parte izquierda). Los principales recursos en este periodo fueron los tiburones (33%), la baqueta (24%), la almeja voladora (8%), la estrella de mar (6%), la corvina golfina (*Cynoscion orthonopterus*, 4%), las cabrillas (3%), el mero (*Epinephelus itajara*, 3%), el jurel (2%), el cabezón (*Opistognathus rhomaleus*, 1%), y el cabaycucho o totoaba (*Totoaba macdonaldi*, 1%) (fig. 2a). El resto de las especies aportó en conjunto 15% del total arribado.

El segundo periodo se caracteriza por una disminución en los volúmenes de captura, pero su tendencia es aún ascendente (fig. 1, centro). En este periodo se explotaron principalmente el pepino de mar (26%), los tiburones (16%), el jurel (9%), el lenguado (5%), la sierra (*Scomeromorus sierra*, 5%), la baqueta

Copyrighted material

Figura 1. Identificación de subperiodos y captura arribada en Bahía de los Ángeles durante el periodo 1970–2004



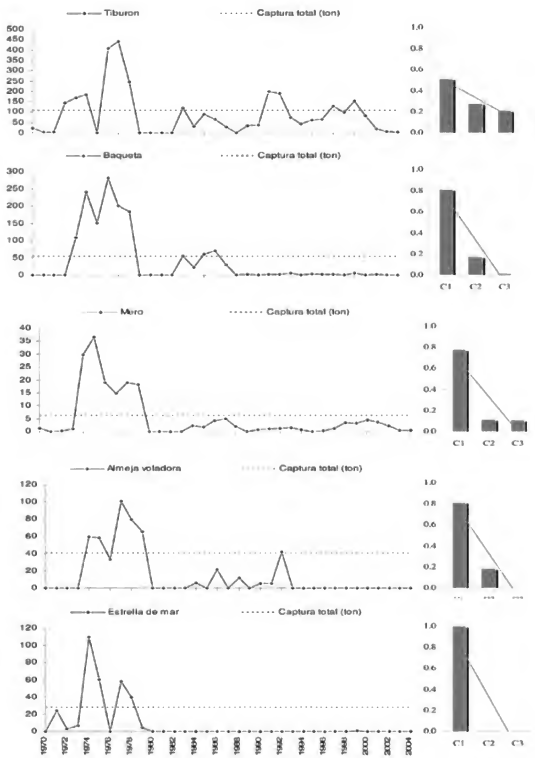
(5%), el cazón (4%), la cabrilla (4%), el angelito (4%), y el pulpo (3%, fig. 2b). El resto de las especies aportó en conjunto 19% del total arribado.

El tercer periodo presenta capturas con fluctuaciones muy marcadas y amplias, con indicios de una tendencia levemente descendente (fig. 1, parte derecha). Las mayores capturas se registraron en 1997, 2000, 2001 y 2003. Durante 2002 y 2004 se tuvieron capturas menores al promedio. Destacan en este periodo la captura del alga roja (19%), las cabrillas (15%), el jurel (9%), los tiburones (7%), el lenguado (7%), el pepino de mar (7%), el pulpo (5%), el blanco (*Caulolatilus princeps*, 4%), la lisa (*Mugil* spp., 3%) y el cazón (3%) (fig. 2c). El resto aportó en conjunto 21% del total arribado.

En el primer periodo (década de 1970) los tiburones, la baqueta, el mero y la almeja voladora representaron 57% de la producción local. Sin embargo, estos cuatro recursos aportaron 47% de la captura en el segundo periodo, y solamente 14% en los últimos diez años. En los últimos tres años los arribos de tiburón fueron menores a 20 ton, muy por debajo del promedio histórico (105 ton), y tan solo 2.6 toneladas para 2004. La baqueta, el mero, la almeja voladora (fig. 2a), y más recientemente la garropa (*Mycteroperca* spp.), la almeja burra y el pepino de mar (fig. 2b), han seguido la misma trayectoria de

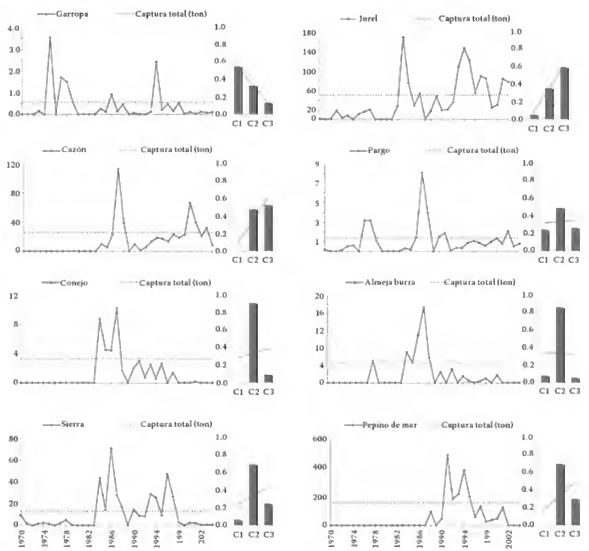
Copyrighted material

Figura 2a, b, c. Captura anual de los principales recursos pesqueros en Bahía de los Ángeles



Copyrighted material

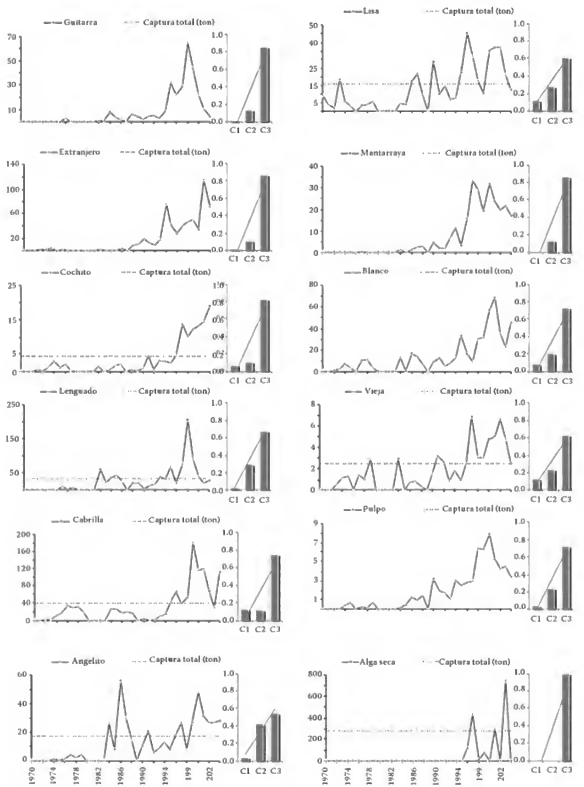
Figura 2a, b, c. Captura anual de los principales recursos pesqueros en Bahía de los Ángeles *(continúa)*



disminución, y aunque estas pesquerías sustentaron en el pasado el desarrollo económico pesquero de la localidad, los volúmenes de captura han disminuido considerablemente desde principio de las décadas de 1980 y 1990, y no se han incrementado desde entonces.

Copyrighted material

Figura 2a, b, c. Captura anual de los principales recursos pesqueros en Bahía de los Ángeles *(continúa)*



Estado actual de las pesquerías

Durante el período 2003–2004 las principales capturas fueron las del alga roja (42.9%), la cabrilla arenera (18.8%), la cabrilla extranjera (10.7%), el jurel (9.2%), el pulpo (4.5%), el angelito (3.1%), el lenguado (2.9%), el cazón (2.2%), la mantarraya (*Dasyatis*, 2.2%), la lisa (1.9%), el cochito (1.9%) y la guitarra (0.8%). El resto de las especies representaron sólo 1.6% de la captura total (tabla 2).

Tabla 2. Capturas arribadas en Bahía de los Ángeles durante el periodo 2003–2004 e importancia relativa

Nombre común	Nombre científico	Captura (kg)	Importancia (%)	Porcentaje acumulado
Alga seca	*Gracilariopsis lameneiformis*	750,000	43.08	43.08
Cabrilla extranjera	*Paralabrax auroguttatus*	187,125	10.75	53.83
Jurel	*Seriola lalandi*	160,975	9.25	63.07
Cabrilla arenera	*Paralabrax maculatofasciatus*	142,009	8.16	71.23
Pulpo	*Octopus* spp.	79,176	4.55	75.78
Blanco	*Caulolatilus princeps*	68,269	3.92	79.70
Angelito	*Squatina californica*	55,115	3.17	82.87
Lenguado	*Paralichtys californicus*	50,896	2.92	85.79
Cazón	*Mustelus* spp.	39,335	2.26	88.05
Mantarraya	*Dasyatis brevis*	38,952	2.24	90.29
Lisa	*Mugil cephalus*	33,880	1.95	92.23
Cochito	*Balistes polylepis*	33,440	1.92	94.15
Guitarra	*Rhinobathos productus*	14,678	0.84	95.00
Otras especies		29,657	1.70	96.70

El apéndice 1 presenta un sumario de las tallas y pesos de los principales recursos capturados en BLA en el período 2003–2004. En el apéndice 2 se presenta una síntesis de los parámetros estimados para estas pesquerías (se excluye la producción de alga roja), y en el apéndice 3 se presenta un comparativo de las relaciones entre las variables analizadas (captura, esfuerzo, y captura por unidad de registro). Estos apéndices tienen como objeto presentar un resumen de los resultados obtenidos sobre el estado general de cada uno de los recursos explotados, así como proporcionar información para estimar elementos de "riesgo-agotamiento" de los mismos.

Copyrighted material

A manera de ejemplo y para facilitar la comprensión, la utilidad y el uso de los indicadores, y de los análisis realizados, a continuación se describen en detalle el análisis de las pesquerías de cochito y guitarra, como recursos con tendencias divergentes. Las demás pesquerías analizadas se describen en forma condensada.

Cochito (*Balistes polylepis*)

El índice metabólico (b, exponente de la ecuación peso-longitud [$W = aL^b$]) del cochito presenta un valor de 1.79. Para la mayoría de la fauna íctica este índice oscila alrededor de 3.0 ± 0.5. Este atributo tiene una relación directa con el crecimiento corporal del individuo (k), que para el cochito es de 0.27, y determina su longevidad. Estos resultados sugieren que la especie tiene una tasa de crecimiento media, con una longevidad (t_∞) de aproximadamente 21 años. Sin embargo, esta especie requiere 10 años para alcanzar la longitud asintótica (L_∞), que es de 572 mm. La especie se captura desde los 311 mm, longitud que se alcanza a menos de la mitad de la edad que puede alcanzar un individuo.

La biomasa (B_o) de cochito estimada para el área es de 2,200 toneladas. La tasa de mortalidad natural (M) es de 0.31, y la mortalidad por pesca (F) de 0.85; la relación entre ambas (F/M) es de 2.7, lo que indica que la mortalidad por pesca es 2.7 veces superior a la natural. Las correlaciones de esfuerzo, captura y CPUR en función del tiempo son positivas y significativas; es decir, la especie ha incrementado su importancia como recurso pesquero, y cada vez se captura en mayores volúmenes. Además, la correlación entre captura y CPUR es significativa, indicando una alta efectividad del arte y método de pesca.

Estos datos indican que si bien la biomasa de esta especie no ha sido reducida enormemente, se le puede considerar como sobrepresionada por la actividad pesquera; definiéndose como "sobrepresionada" aquella especie cuyos niveles de mortalidad por pesca han superado la mortalidad natural.

Guitarra (*Rhinobatos productus*)

El índice metabólico de la guitarra presenta un valor de 2.76, y un índice de crecimiento anual (k) de 0.189. Lo anterior indica que esta especie presenta

Copyrighted material

una tasa de crecimiento alta, con una longevidad (t_{∞}) aproximada de 33 años. La longitud asintótica (L_{∞}) es de 1064 mm, y la alcanza a los 15 años. Se recluta al arte y zona de pesca a los 727 mm, lo que corresponde a más de la mitad de la edad de los individuos.

La biomasa (B_0) estimada para la guitarra en esta región es de 4,050 toneladas. La tasa de mortalidad natural (M) es de 0.26, y por pesca (F) es de 0.05. La relación entre ambas mortalidades (F/M) es de 0.2. Existe una correlación significativa entre el esfuerzo, la captura y la CPUR con el tiempo. Se considera esta especie como no sobrepresionada, ya que el crecimiento es alto, la biomasa de la especie no ha sido reducida considerablemente, y la probabilidad de que esto suceda es baja. Se puede suponer que esta pesquería no ha alcanzado su límite potencial. Se define como especie "no sobrepresionada" aquella cuya mortalidad por pesca se encuentra por debajo de la mortalidad natural.

El cochito y la guitarra se han convertido en recursos pesqueros importantes en BLA. Según la descripción anterior, ninguno de estos recursos presenta signos de sobrepesca, y en ambos casos todavía se capturan edades tardías. No obstante, es importante señalar que las tendencias en la captura pueden sugerir lo contrario (fig. 2c): mientras que las capturas de cochito continúan en aumento, las capturas de guitarra han disminuido drásticamente. Los datos sugieren que la tendencia del cochito se deriva de la elevada presión de pesca a la que se encuentra sometida la especie, mientras que la baja en las capturas de guitarra se debe a la disminución en el esfuerzo de captura sobre recurso, y no debido a la sobrepesca.

Cabrilla extranjera (*Paralabrax auroguttatus*)

La cabrilla extranjera es un pez demersal que habita fondos rocosos. Se pesca entre 18 y 135 m de profundidad utilizando vara, línea de mano y trampas, prácticamente todo el año. El período de mayor captura se extiende entre marzo y mayo, lo que coincide con la época y agregaciones de reproducción. Esta especie es explotada por la flota de pesca ribereña e, incipientemente, por la flota de pesca deportiva de BLA. Alcanza un precio medio en playa de $7 pesos por kg, y se comercializa a nivel local y nacional.

Es una especie con una tasa de crecimiento alta (b = 2.79, k = 0.332), y de tamaño y longevidad medios (512 mm, 18 años). Los individuos que más se

Copyrighted material

capturan pertenecen a tallas mayores a 314 mm. La mortalidad por pesca es 1.3 veces mayor que la natural. Las correlaciones del esfuerzo, captura y CPUR con el tiempo son positivas, demostrando que la importancia de esta especie se ha incrementado en la región. La correlación entre la captura y la CPUR es significativa, indicando una alta efectividad del arte y método de pesca.

El análisis de estas variables no sugiere problemas en el corto plazo, pero se evidencia que este recurso comienza a ser presionado. Esta pesquería no se encuentra regulada, y además es un recurso que forma parte de la fauna de acompañamiento de otras pesquerías, probablemente de las del blanco y del cochito.

Jurel (*Seriola lalandi*)

El jurel es una especie pelágica. Se concentra en grandes cardúmenes, desde la costa hasta bajos profundos. Se alimenta de peces, calamares y crustáceos pequeños. Las artes de pesca utilizadas para su captura son el trasmallo de 4 a 6½ pulgadas de luz de malla, y línea de mano. El método de pesca es lance de tendido longitudinal, lance de fondo y encierro. Se explota en dos periodos definidos: de mayo a junio, y durante un corto lapso en el mes de noviembre, que supera la captura media. Este recurso es explotado por las flotas de pesca ribereña y deportiva. El precio medio en playa para la captura comercial es de $7 pesos por kg, y su comercialización es local, regional y nacional.

Presenta una tasa de crecimiento media (b = 1.95, k = 0.202), y gran tamaño y longevidad (844 mm, 29 años). Se comienza a capturar desde los 543 mm. La mortalidad por pesca es 1.4 veces mayor que la natural. Las correlaciones del esfuerzo, captura y CPUR en función del tiempo muestran que la pesca de este recurso va en descenso, aún cuando el arte y método de pesca son efectivos (captura y CPUR correlacionados significativamente). Se puede considerar un recurso sobrepresionado.

Pulpo (*Octopus* spp.)

El recurso pulpo, que incluye varias especies del género *Octopus*, se encuentra relacionado con ecotonos entre los sustratos rocosos y los fondos arenosos. Durante los meses de abril a junio el pulpo presenta comportamiento

Copyrighted material

de cortejo, previo al apareamiento, el cual incluye la custodia de los huevos durante junio a agosto. Se pesca principalmente en aguas someras, pero su captura se lleva a cabo hasta los 40 m de profundidad. La captura se realiza manualmente utilizando ganchos y, en ocasiones, solución clorada, y empleando equipo de buceo semiautónomo tipo "hooka". Se pesca todo el año, y la mayor producción ocurre de mayo a julio. El precio medio en playa es de $20–30 pesos por kg, y su mercado es regional y nacional.

En el momento de preparación de este reporte, la investigación sobre aspectos biométricos para la evaluación de este recurso se encontraba en proceso. No obstante, evaluaciones preliminares señalan que el esfuerzo presenta una tendencia creciente y proporcional a la captura, lo que indica que es una pesquería en desarrollo. La correlación entre la captura y la CPUR es significativa, lo que indica una alta efectividad del arte y método de pesca, así como la necesidad de establecer lineamientos que permitan evitar escenarios de sobrepresión.

Blanco (*Caulolatilus princeps*)

El blanco es un pez demersal asociado a hábitats arrecifales rocosos. Se pesca entre 18 y 140 m de profundidad. Para su captura se utilizan principalmente trampas rectangulares de alambre. Este recurso es explotado todo el año, con capturas máximas de julio a septiembre. Forma parte de la fauna de acompañamiento de las cabrillas y el cochito. Su precio medio en playa es de $7 pesos por kg, y se comercializa entero en el mercado regional y nacional. Presenta una tasa de crecimiento media (b = 2.05, k = 0.316), una longitud máxima de 515 mm y una longevidad de 18 años. Se captura a partir de los 331 mm, lo que representa la pesca de individuos menores a la mitad de la edad máxima. La mortalidad por pesca es 1.3 veces mayor que la natural. Las correlaciones del esfuerzo, la captura y la CPUR en función del tiempo son variables: para el esfuerzo es positiva con el CPUR, pero negativa con la captura, lo que indica una serie de desajustes en la pesquería, evidenciados por una tendencia declinante en las capturas. Estos indicadores sugieren que la pesquería ha rebasado el nivel máximo de explotación, comenzando a evidenciarse efectos de sobrepesca.

Copyrighted material

Angelito (*Squatina californica*)

El angelito es una especie asociada al ecotono entre habitats rocosos y arenosos. Es capturada sobre fondos blandos por las pangas de pesca ribereña (o flota menor) y los barcos de mediana altura (o flota mayor), mediante trasmallo de 6½, 8 y 10 pulgadas de luz de malla. El método de pesca es lance de tendido longitudinal de fondo. Se pesca a una profundidad de 50 a 100 m en los meses de noviembre a junio, y hasta 270 m de julio a noviembre. El periodo de mayor captura es de enero a marzo. El precio medio en playa es de $9 pesos por kg, eviscerado, y su mercado es regional y nacional.

No se cuenta con datos biométricos para la especie; sin embargo, su captura muestra una tendencia positiva, incrementándose con respecto al tiempo. Aunque la pesquería no está bien definida, el esfuerzo pesquero también va en aumento, lo que sugiere la necesidad de efectuar registros biométricos para evaluar este recurso.

Lenguado (*Paralichtys californicus*)

El lenguado es una especie bentónico-demersal que habita fondos arenosos hasta los 90 m de profundidad. Realiza migraciones reproductivas hacia sitios rocosos con cobertura de sargazo durante los meses de enero a julio. Durante esta etapa se captura utilizando trasmallo de 6½ y 8 pulgadas de luz de malla, tendido longitudinalmente en lance de fondo. Se pesca dentro de las bahías a profundidades de 30–40 m, de enero a abril. En sitios alejados de la costa se realizan tendidos a profundidades de hasta 100 m. Es capturado por las flotas menor y mayor, con las mayores capturas durante marzo y abril. El precio medio en playa es de $18 pesos por kg, y se comercializa en los mercados nacional e internacional.

Es una especie con una tasa de crecimiento baja ($b = 1.58$, $k = 0.172$), y de tamaño medio (515 mm) en esta localidad, pero de longevidad elevada (33 años). Los individuos se capturan a partir de los 416 mm (talla menor a la alcanzada a la mitad de su edad máxima). La mortalidad por pesca es 1.7 veces mayor que la natural. Las correlaciones del esfuerzo, captura y CPUR con el tiempo son positivas, pero no todas significativas, indicando el desarrollo, madurez y tecnificación de esta pesquería. La elevada longevidad, la mortali-

Copyrighted material

dad por pesca, y las características de la pesquería sugieren que este recurso esta siendo sobrexplotado.

Cazón (*Mustelus* spp.)

Se denomina "cazón" indistintamente a tres especies de tiburón: *Mustelus henlei*, *M. lumulatus* y *M. californicus*. Estas especies se encuentran en aguas costeras, oceánicas, y bahías someras. Se alimentan de cangrejos, camarones, calamares, poliquetos y pequeños peces. El arte de pesca utilizado para su captura es el trasmallo de 4 a 6½ pulgadas de luz de malla. La flota menor y mayor los captura entre abril y octubre, con tendidos longitudinales a profundidades entre 50 y 180 m. Las mayores capturas se registran de mayo a julio. El precio medio en playa es de $10 pesos por kg, y se comercializa a nivel local y nacional

La similitud biológica entre estas especies permite agruparlas para efectuar una evaluación biométrica inicial. Así considerado, el "cazón" tiene una tasa de crecimiento alta ($b = 3.04$, $k = 0.217$), con una longevidad de 29 años y una talla máxima de 882 mm. Se comienza a capturar desde los 643 mm, y la mortalidad por pesca es casi el doble de la natural (F/M=1.9). La estacionalidad de la pesquería permite suponer que ésta está condicionada por la disponibilidad del recurso. Las correlaciones del esfuerzo, captura y CPUR con relación al tiempo son mixtas (la correlación con la captura es positiva, y es negativa con el CPUR), indicando una tendencia hacia un mayor esfuerzo pesquero, pero con menores volúmenes de captura. Se estima que la pesquería no se ha tecnificado, pero posiblemente se están alcanzado niveles de sobrexplotación.

Mantarrayas

La especie objetivo de esta pesquería es la mantarraya arenera (*Dasyastis brevis*), aunque la pesquería también incide sobre la mantarraya mariposa (*Gymnura marmorata*), y la mantarraya gavilán (*Myliobatis californica*). Las tres especies habitan fondos arenosos y lodosos de bahías y playas, desde pocos metros de la superficie hasta 90 m de profundidad, donde se alimentan de crustáceos y peces pequeños. Se capturan con trasmallo de 6½ y 8 pulgadas de luz de malla, y forman parte de la fauna de acompañamiento

Copyrighted material

de la guitarra. Las flotas menor y mayor las capturan utilizando tendidos longitudinales durante todo el año, aunque los meses de mayor captura se presentan de mayo a agosto. El precio medio en playa es de $6 pesos por kg, y su mercado es local, regional y nacional.

Los datos biométricos analizados corresponden a la mantarraya arenera. Esta especie tiene una tasa de crecimiento alta (b = 2.92, k = 0.230), con una longitud máxima de 781 mm y una longevidad de 27 años. Los individuos se capturan con tallas mayores a 643 mm, lo que representa individuos de edad superior a los 15 años. La mortalidad por pesca representa la mitad de la natural (F = 0.6). Las correlaciones de esfuerzo y captura en función al tiempo son positivas y consistentes, mientras que la CPUR disminuye en función del tiempo. Estos indicadores sugieren que esta pesquería ha llegado a su máxima capacidad por lo que, de no ser regulada inmediatamente, presentará efectos de sobrepesca en corto plazo.

Lisa (*Mugil* spp.)

La lisa (*Mugil cephalus* y *M. curema*) habita fondos rocosos y arenosos, desde la superficie hasta los 135 metros de profundidad. Se alimenta de zooplancton, organismos bentónicos, detritos y algas. El arte de pesca utilizado para su captura es el trasmallo de 4 a 6 ½ pulgadas de luz de malla. El método de pesca corresponde al encierro. El precio medio en playa es de $7 pesos por kg entero, y su mercado es regional y nacional.

Mugil cephalus presenta una tasa de crecimiento media (b = 1.46, k = 0.247), con individuos relativamente pequeños, de 627 mm de longitud máxima y una longevidad de 22 años. Se captura a partir de los 400 mm, lo que indica que la pesca incide sobre individuos grandes. No ha sido posible estimar la mortalidad por pesca. Las correlaciones del esfuerzo, captura y CPUR en función al tiempo son positivas, aunque poco significativas, lo que sugiere que esta pesquería se encuentra en desarrollo.

Discusión y conclusiones

El análisis de las estadísticas pesqueras de BLA en las últimas tres décadas permite describir los cambios en la actividad pesquera una vez que los efec-

Copyrighted material

tos de sobrepesca se han presentado, y aporta evidencias sobre el declive de algunas pesquerías importantes.

Las altas tasas de extracción y la adopción de artes de pesca más eficientes (redes de malla, arrastre y palangres) han modificado las pesquerías, con cambios importantes en los volúmenes de captura de los recursos pesqueros de la región. La actividad pesquera en BLA ha seguido la misma tendencia que en otras regiones del Golfo de California (Sala *et al.* 2004), donde las pesquerías de depredadores tope (tiburones, baqueta, mero, garropa) han disminuido considerablemente, siendo sustituidas por especies de menor tamaño y niveles tróficos más bajos (herbívoros). Además, el agotamiento de especies de gran tamaño y valor ha motivado que el esfuerzo se oriente a una cantidad mayor de recursos pesqueros, pero de menor tamaño y valor comercial.

Aunque se siguen pescando tiburones, las especies que se capturan en la actualidad son distintas a las capturadas en la década de 1970. Las especies de gran tamaño de las familias Carcharhinidae (tintoreras), Lamnidae (tiburón peregrino) y Sphyrnidae (cornudas), capturadas durante el primer período, fueron sustituidas en las capturas del segundo período por especies más pequeñas, por ejemplo, de la familia Squalidae (tiburón perro) y del género *Mustelus* ("cazón"). Sin embargo, aún estas pesquerías están siendo reemplazadas en la actualidad (tercer periodo) por otros elasmobranquios (la mantarraya, la guitarra y el angelito) más pequeños y de niveles tróficos menores.

Los serránidos han presentado la misma tendencia descendente. Siguiendo un esquema similar al de los elasmobranquios, las pesquerías de baqueta (*Epinephelus acanthistius*) y de mero (*E. itajara*), especies de gran tamaño y valor de mercado, fueron importantes recursos hasta principios de la década de 1980. En el segundo periodo pesquero, las capturas de serránidos estuvieron representadas por especies medianas, del género *Mycteroperca*, incluidas en el recurso "garropa" (*M. xenarcha*, *M. prionura* y *M. jordani*). En la actualidad, los serránidos capturados en la región pertenecen mayormente al género *Paralabrax* (*P. maculatofasciatus*, cabrilla arenera, y *P. auroguttatus*, cabrilla extranjera), que integra especies de menor tamaño y valor de mercado. Esta sucesión de géneros refleja también un descenso en el nivel trófico de las capturas de serránidos: depredadores tope (*Epinephelus*), carnívoros primarios (*Mycteroperca*), y carnívoros secundarios (*Paralabrax*). Algunas de estas especies (*E. itajara* y *M. jordani*)

Copyrighted material

ya han sido declaradas como amenazadas por la actividad pesquera (Morris *et al.* 2000, Musik *et al.* 2000).

Paradójicamente, pese a la disminución de las tallas, nivel trófico y valor de mercado de las especies capturadas, las pesquerías actuales mantienen el crecimiento de la producción pesquera de BLA. De las 11 pesquerías que se evaluaron a través de datos biométricos y/o esfuerzo de captura, dos se encuentran sobrexplotadas (lenguado y blanco), cuatro se encuentran sobrepresionadas, y cinco no muestran aún signos de sobre explotación. De estas últimas, solamente el pulpo tiene un valor comercial importante en los mercados nacional e internacional. Si bien los porcentajes de estas pesquerías difieren del patrón a nivel nacional (deterioradas, máximo rendimiento y con potencial de desarrollo), es importante señalar que aún cuando sus indicadores no revelan problemas importantes, las relaciones entre las tasas de mortalidad natural y por pesca sugieren la necesidad de mantener enfoques precautorios para la administración de estas pesquerías. De no ser así, la creciente actividad pesquera sobre edades tempranas desequilibrará la estructura poblacional y su capacidad de repoblación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los pescadores, buzos comerciales, guías de pesca deportiva y permisionarios de BLA, a la Subdelegación de Pesca de SAGARPA en Baja California, y al Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada, por facilitar la generación y/o consulta de la información utilizada en esta investigación. Los resultados presentados fueron obtenidos como parte de las investigaciones realizadas por el Programa de Conservación Marina y Pesca Sustentable de Pronatura Noroeste AC en BLA, financiado por las fundaciones David and Lucile Packard Foundation, Sandler Family Supporting Foundation, Marisla Foundation, International Community Foundation y National Fish and Wildlife Foundation.

Resumen

Este capítulo describe aspectos básicos de la explotación histórica de los recursos pesqueros en Bahía de los Ángeles, definiendo y caracterizando los distintos

Copyrighted material

periodos de la actividad pesquera en esta localidad a partir del análisis de los cambios en el volumen de las capturas. Además, se presenta una caracterización de las pesquerías en el presente mediante la descripción de las artes y métodos de pesca, los períodos de captura, los indicadores biométricos y el estado poblacional de los principales recursos, estimado por medio del análisis de los niveles de mortalidad natural y por pesca. Esta información está basada en los registros oficiales de la producción pesquera para esta localidad para el periodo 1970–2004, y en muestreos biométricos de la captura arribada de 2003–2004. En conjunto, los datos y análisis presentados esbozan una descripción del estado actual de los principales recursos pesqueros de la región, útiles tanto para la toma de decisiones en el presente como para futuras evaluaciones.

Abstract

This chapter describes basic aspects of the historical exploitation of fishery resources in Bahía de los Ángeles. The distinct periods of fishery activity in this location are defined and characterized by means of an analysis of the changes recorded in catch volume. In addition, a characterization of the ongoing fisheries is provided encompassing descriptions of the fishing gear and methods, fishing seasons, biometric indicators and an assessment of the population status of principal species. Estimations of the levels of the natural and fishing mortalities are also presented. This information is based on the official records of fishery production in this location from 1970-2004, in addition to biometric samples of the catches obtained from 2003-2004. Data and analyses presented herein provide an accurate description of the actual status of the principal fishery resources in the region, useful both in the current decision making process and for future evaluations.

Referencias

Bhattacharya CG. 1967. A simple method of resolution of a distribution into Gaussian components. *Biometrics* 23: 115–135.

Beverton RJH y Holt S. 1956. A review of methods for estimating mortality rates in exploited fish populations, with special reference to sources of bias in cath sampling. Rapp. P.- V.Réun. *Cons. Int. Explor. Mer.* 140: 67–83.

Copyrighted material

CONAPESCA (Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura). 2003. *Anuario estadístico de pesca*. México, DF.

Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R, Paruelo J, Raskin R, Sutton P, van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.

Hernández A, Kempton W. 2003. Changes in fisheries management in Mexico: Effects of increasing scientific input and public participation. *Ocean Coast. Manage.* 46: 507–526.

INP (Instituto Nacional de la Pesca). 2000. *Sustentabilidad y pesca responsable en México; evaluación y manejo*. Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. México, DF.

Jackson JBC, Kirby MX, Berger WH, Bjorndal KA, Botsford LW, Bourque JJ, Bradbury RH, Cooke R, Erlandson J, Estes JA, Hughes TP, Kidwell S, Lange CB, Lenihan HS, Pandolfi JM, Peterson CH, Steneck RS, Tegner MJ, Warner RR. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293: 629–638.

McGoodwin JR. 1979. The decline of Mexico's Pacific inshore fisheries. *Oceanus* 22(2): 51–59.

McGoodwin JR. 1990. *Crisis in the world's fisheries. People, problems, and policies*. Stanford University Press. Stanford, California, 235 pp.

Morris AV, Roberts CM, Hawkins JP. 2000. The threatened status of groupers (Epinephelidae). *Biodivers. Conserv.* 9: 919–942.

Musick JA, Harbin MM, Berkeley S, Burgess GH, Eklund AM, Findley L, Gilmore RG, Golden JT, Ha DS, Huntsman GR, McGovern JC, Parker SJ, Poss SG, Sala E, Schmidt TW, Sedberry GR, Weeks H, Wright SG. 2000. Marine, estuarine and diadromus fish stocks at risck of extinction in North America (exclusive of Pacific salmonids). *Fisheries* 25(11): 6–30.

Pauly D. 1980a. On the Interrelationships between natural temperature in 175 fish stock. *J. Cons. Int. Explor. Mer.* 39 (3) : 175–192

Pauly D. 1980b. *A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stock*. FAO. Fish. Circ. No. 729, 54pp.

Pauly D. 1983. *Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. FAO Doc. Tec. Pesca. N° 234, 49 pp.

Ricker WE. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada* No. 191, 382 pp.

Sáenz-Arroyo A, Roberts CM, Torre J, Cariño-Olvera M. 2005a. Fishers' anecdotes, na-

Copyrighted material

turalists' observations and grey reports to reassess marine species at risk: the case of the Gulf grouper in Gulf of California, México. *Fish Fish.* 6: 121–133.

Sáenz-Arroyo A, Roberts C, Torre J, Cariño-Olvera M, Enríquez-Andrade R. 2005b. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. Proc. R. Soc. Lond., *Ser. B: Biol. Sci.* 272: 1957–1962.

Sala E, Aburto-Oropeza O, Reza M, Paredes G, López-Lemus L. 2004. Fishing down coastal food webs in the Gulf of California. *Fisheries* 29: 19–25.

Sparre P, Venema SC. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales; Parte 1: Manual. FAO documento técnico de pesca, 306/1, 403 pp.

von Bertalanffy L. 1938. A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* 10: 181–213.

Copyrighted material

Apéndice 1. Tallas y pesos de especies objetivo de las pesquerías de Bahía de los Ángeles (2003–2004)

Estadígrafo	Cabrilla extranjera		Cabrilla arenera		Jurel		Blanco	
	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)
n	400	400	391	391	75	75	145	145
Promedio	342	619	312	480	606	2493	375	733
Desviación estándar	49	321	40	178	146	1608	53	354
Coeficiente de variación	0.14	0.52	0.13	0.37	0.24	0.64	0.14	0.48
Mínimo	250	100	212	100	360	750	290	90
Máximo	547	2675	548	1800	954	7190	571	2640
Mediana	335	550	306	450	574	1910	368	645
Moda	290	500	280	500	590	1500	370	500

	Angelito		Lenguado		Cazón		Mantarraya	
	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)
n	47	47	567	567	75	75	175	175
Promedio	810	5034	450	1335	735	1459	581	3797
Desviación estándar	132	1506	113	1439	157	604	148	3741
Coeficiente de variación	0.16	0.3	0.25	1.08	0.21	0.41	0.25	0.99
Mínimo	470	910	220	180	410	375	319	550
Máximo	945	7385	980	10550	1550	4000	1270	35000
Mediana	858	5370	427	985	710	1320	550	2810
Moda	885	3800	380	1000	690	1225	550	2200

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 1. Tallas y pesos de especies objetivo de las pesquerías de Bahía de los Ángeles (2003–2004)

Estadígrafo	Lisa		Cochito		Guitarra	
	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)	Talla (mm)	Peso (gr)
n	275	275	204	204	117	117
Promedio	410	831	361	833	676	1672
Desviación estándar	47	263	60	376	111	1059
Coeficiente de variación	0.12	0.32	0.17	0.45	0.16	0.63
Mínimo	254	100	222	100	345	520
Máximo	570	2115	520	1895	985	5305
Mediana	410	795	360	758	671	1330
Moda	430	700	350	500	700	1200

[Copyrighted material]

Apéndice 2. Parámetros biométricos de los principales recursos pesqueros de Bahía de los Ángeles (2003–2004)

	Cabrilla extranjera	Jurel	Blanco	Lenguado	Cazón	Mantarraya	Lisa	Cochito	Guitarra
Biometría y Biología									
a (intersección)	0.000132	0.014310	0.005823	0.291548	0.000002	0.000072	0.220416	0.035182	0.000021
b (pendiente)	2.79	1.95	2.05	1.58	3.04	2.92	1.46	1.79	2.77
r (correlación)		0.648	0.432	0.010		0.750			0.884
L∞ (longitud máxima)	512	844	515	1000	882	781	627	572	1084
k (parámetro anual de curvatura)	0.332	0.202	0.316	0.172	0.217	0.23	0.247	0.273	0.189
to (longitud teórica)	-0.1	-0.1	-0.1	-0.134	-0.1	-0.1	-0.125	-0.104	-0.1
Factor de condición (promedio)	0.00571	0.0017	0.0029		0.000279	0.00496	0.003091	0.00421	0.00048
Longevidad aproximada (años)	18	29	18	33	29	27	22	21	33
Longitud asintótica (años)	8	16	7	18	15	15	12	10	15
Estimados biodinámicos									
M/k	1.105	2.22	2.44	1.151	1.011	2.21	2.347	1.146	2.07
L50 (mm)	314	543	331	418	643	494	404	311	727
L50/L∞	0.61	0.64	0.64	0.42	0.73	0.63	0.64	0.54	0.67
Gamma (mm)	100	150	150	200	100	150		150	200
Z (mortalidad total)	0.85	0.55	0.7	0.54	0.7	0.4		1.17	0.31
M (mortalidad natural)	0.367	0.231	0.31	0.198	0.239	0.257	0.266	0.313	0.26
F (mortalidad por pesca)	0.483	0.319	0.39	0.342	0.461	0.143		0.857	0.05
Cociente de mortalidad (F/M)	1.3	1.4	1.3	1.7	1.9	0.6	0.0	2.7	0.2
Análisis de población virtual									
Bt (biomasa en ton)	3,368	7,549	10,582	4,508	1,875	3,065	7,549	2,287	4,050
Nt (no. de organismos calculados)	3,484,813	1,658,308	9,213,148	1,616,229	179,353	262,423	1,658,308	3,884,490	131.63
Nt (no. de organismos capturados)	13,676			8,244	28,755		7,700	3,607	

[Copyrighted material]

Apéndice 3. Correlaciones de variables pesqueras en el tiempo con el esfuerzo, captura y captura por unidad de registro (CPUR) para los principales recursos de Bahía de los Ángeles (2003-2004)

Cabrilla extranjera				Jurel			
Variable	Tiempo	F (Nr)	C	Variable	Tiempo	F (Nr)	C
F (Nr)	0.44			F (Nr)	0.27		
C	0.79	0.77		C	0.23	0.75	
CPUR	0.86	0.34	0.81	CPUR	0.13	0.31	0.85

Blanco				Angelito			
Variable	Tiempo	F (Nr)	C	Variable	Tiempo	F (Nr)	C
F (Nr)	0.75			F (Nr)	0.74		
C	-0.36	0.18		C	0.59	0.86	
CPUR	-0.64	-0.21	0.92	CPUR	0.01	0.16	0.6

Cazón				Mantarraya			
Variable	Tiempo	F (Nr)	C	Variable	Tiempo	F (Nr)	C
F (Nr)	0.61			F (Nr)	0.67		
C	0.34	0.85		C	0.75	0.69	
CPUR	-0.14	0.19	0.65	CPUR	0.36	0.05	0.071

Cochito				Guitarra			
Variable	Tiempo	F (Nr)	C	Variable	Tiempo	F (Nr)	C
F (Nr)	0.62			F (Nr)	6.1		
C	0.75	0.81		C	0.76	0.9	
CPUR	0.55	0.3	0.76	CPUR	0.83	0.7	0.9

Pulpo				Lisa			
Variable	Tiempo	F (Nr)	C	Variable	Tiempo	F (Nr)	C
F (Nr)	0.8			F (Nr)	0.61		
C	0.8	0.89		C	0.45	0.89	
CPUR	0.28	0.3	0.6	CPUR	0	0.42	0.72

Lenguado			
Variable	Tiempo	F (Nr)	C
F (Nr)	0.42		
C	0.56	0.64	
CPUR	0.56	0.44	0.94

Copyrighted material

16 *Tortugas marinas*

Jeffrey A Seminoff, Antonio Reséndiz-Hidalgo, Beatriz Jiménez de Reséndiz, Wallace J Nichols y T Todd-Jones

Dedicado a la memoria de Mauricio Garduño Andrade

Introducción

Bahía de los Ángeles es una de las áreas más importantes de todo el Golfo de California para las tortugas marinas. Cinco de las siete especies de tortugas marinas que existen en el mundo se pueden encontrar en el área: la tortuga prieta (*Chelonia mydas*), la tortuga perica, amarilla o javalina (*Caretta caretta*), la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), y la tortuga siete filos o laúd (*Dermochelys coriacea*; fig. 1). Las cinco especies tienen un asombroso ciclo de vida, durante el cual cada organismo habita localidades sumamente distantes entre sí a lo largo de su vida (fig. 2). Desde su eclosión hasta su vida adulta, las tortugas marinas experimentan cambios ontogénicos en el uso de hábitats que comprenden playas de anidación, corredores migratorios, hábitats en donde se desarrollan los juveniles, y zonas de alimentación utilizadas por los adultos. En caso de emergencia, las pequeñas tortugas abandonan la playa donde nacen para empezar la fase pelágica de su ciclo de vida (Carr 1987), flotando pasivamente durante un año o más en los principales sistemas de corrientes marinas (giros) que les sirven de zonas oceánicas de crecimiento (Carr y Meylan 1980). Mar adentro, las pequeñas tortugas comúnmente se encuentran asociadas con objetos flotantes y desechos que les proporcionan importantes recursos

Copyrighted material

Figura 1. Las cinco especies de tortugas marinas que se pueden encontrar en el Golfo de California, México. Las tallas máximas corresponden a las hembras en las playas de anidación. Ilustraciones cortesía de Thomas MacFarland

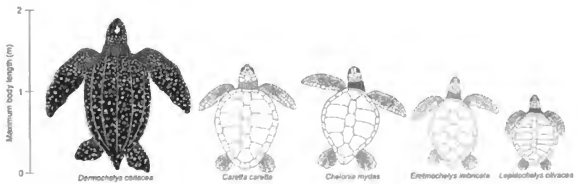
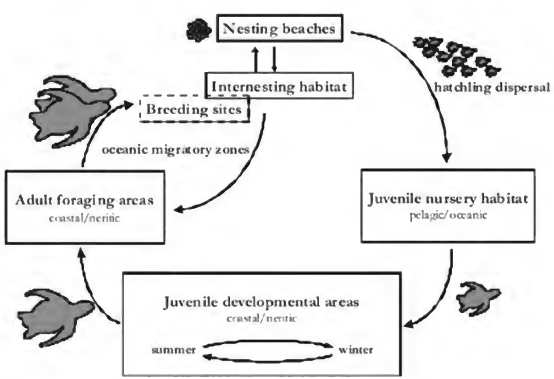


Figura 2. Ciclo de vida generalizado de las tortugas marinas



alimenticios y les sirven como protección ante sus depredadores (Nichols *et al.* 2001). La mayoría de las especies eventualmente migran a hábitats costeros ricos en recursos alimenticios, donde pastan y crecen hasta alcanzar la madurez (Musick y Limpus 1997; Seminoff *et al.* 2002a, 2002b, 2002c).

Copyrighted material

Dependiendo de la especie, pueden alcanzar la madurez sexual entre 10 y 15 años (Chaloupka y Musick 1997). Una vez maduras, las tortugas realizan migraciones reproductivas que las llevan de zonas costeras de alimentación a las playas de anidación donde nacieron. Estas migraciones son llevadas a cabo cada varios años tanto por las hembras como por los machos, y pueden atravesar amplias regiones pelágicas que frecuentemente se extienden miles de kilómetros (Nichols *et al.* 1999, 2000; Nichols 2003a; Seminoff *et al.* 2002d). Durante periodos en los que no se están reproduciendo, los adultos viven en zonas costeras de alimentación que frecuentemente coinciden con hábitats en los que se desarrollan las tortugas juveniles.

En el ciclo de vida de las tortugas marinas BLA es un área de forrajeo de primordial importancia para la tortuga prieta, ya que los hábitats costeros albergan algas marinas, invertebrados bentónicos y megaplancton gelatinoso, todos ellos parte importante de la dieta de la tortuga prieta. Como una de las más norteñas áreas de importancia para la alimentación de las tortugas marinas en el Océano Pacífico oriental, BLA experimenta notables fluctuaciones de temperatura del agua. Mientras que en el verano la temperatura superficial del agua de mar (TSM) es cercana a los 30°C, en el invierno con frecuencia desciende a menos de 15°C (Seminoff 2000, Seminoff datos no publicados). Relacionados con los cambios en la TSM, existen distintos conjuntos de algas marinas en verano e invierno, por lo que los hábitats costeros experimentan a su vez cambios sustanciales a lo largo del año. Muchas especies de algas marinas que son normalmente abundantes bien pueden todas desaparecer en periodos de temperaturas extremas tales como los que se presentan asociados al fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur (ENOS; A Reséndiz obs. pers.). Como resultado de ello, la composición de la dieta de las tortugas marinas en BLA —especialmente la de la tortuga prieta— cambia sustancialmente a lo largo del año (Seminoff 2000).

Durante los meses de verano los hábitats más importantes para las tortugas marinas son las praderas de algas marinas cercanas a la costa, dominadas por las algas rojas *Gracilariopsis lemaneiformis* y *Gracilaria robusta*. De ellas, *G. lemaneiformis* es la más abundante, con una biomasa anual de 160–300 toneladas (Pacheco-Ruíz *et al.* 1999). Existen densos bancos de esta alga roja filamentosa en las aguas someras a todo el rededor de la bahía, pero son mucho más extensos en los sitios conocidos como El Bajo y El Rincón

Copyrighted material

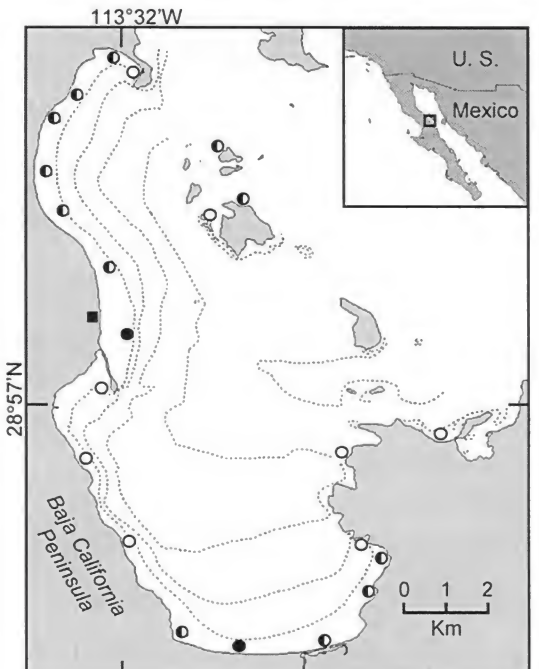
(Pacheco-Rúiz *et al.* 1999; fig. 3). También están presentes muchas otras especies, entre las que destacan por su abundancia el alga parda *Sargassum johnstoni* y las algas verdes *Ulva lactuca*, *Codium* sp., y *Chaetomorpha* sp. (Pacheco-Ruíz y Zertuche-González 1996a, 1996b, 1996c; Pacheco-Ruíz *et al.* 1998). Además de algas marinas, existe una gran variedad de invertebrados, varios de los cuales sirve de alimento para las tortugas marinas. En las aguas más profundas en medio de la bahía hay "bosques" de invertebrados bentónicos dominados por el coral negro de pólipos amarillos (*Antilopathes galapagensis*) que proporcionan tanto alimento como refugios de descanso a las tortugas. Las islas ofrecen un hábitat bastante diferente con arrecifes rocosos que en algunas partes descienden de la orilla al fondo del mar hasta profundidades de más de 50 m. Los invertebrados y las algas que viven sobre la superficie arrecifal sirven de alimento a las tortugas, las grandes grietas y cuevas dispersas a lo largo de los bancos de rocas constituyen importantes lugares de descanso e invernación para las tortugas marinas.

Las tortugas marinas son en gran medida ectotérmicas, ya que necesitan el calor de su medio circundante como energía para poder llevar a cabo actividades diarias básicas como su moverse de un lugar a otro y digerir sus alimentos. Por ende, se vuelven mucho menos activas en los fríos meses invernales de diciembre a marzo. Algunos reportes anecdóticos de pescadores locales en el área sugieren que durante ese tiempo las tortugas prietas y, en mucho menor medida las siete filos o laúd, pueden ser encontradas echadas inmóviles sobre la arena del fondo del mar o a lo largo de los hábitats rocosos insulares. Es en este tiempo cuando son presa fácil de los buzos que andan pescando pulpo, pepino y erizo de mar (J Seminoff obs. pers.). En el Canal del Infiernillo, una zona de forrajeo a lo largo de la costa sonorense del golfo, se ha visto una situación similar en la que innumerables tortugas prietas eran capturadas inmóviles en la década de 1970 durante las temporadas de aguas frías.

Además de ser una importante área de alimentación, BLA es hasta cierto límite una zona de anidación. Las playas arenosas a lo largo de la costa sur de la bahía, entre La Mona y El Rincón, proporcionan el mejor hábitat para este propósito. La única especie que ha sido reportada anidando en BLA es la tortuga amarilla (*L. olivacea*) en los meses al final del verano, aunque también se ha tenido evidencias de tortugas laúd que anidan poco más al norte, cerca de Bahía San Luís Gonzaga (Seminoff y Dutton en prensa).

Copyrighted material

Figura 3. Mapa de la zona de estudio de Bahía de los Ángeles a lo largo de la costa oriental de la Península de Baja California. Las líneas punteadas corresponden a contornos batimétricos cada 10 m de profundidad (■) Estación de Investigación de Vida Silvestre para Tortugas Marinas. (●) El Bajo y El Rincón, los sitios más al norte y al sur, respectivamente, donde se realizan las mayores capturas de tortuga; (◖) sitios donde se capturó al menos una tortuga; y (○) sitios usuales de captura donde no se capturó ninguna tortuga



Copyrighted material

Biología local y estado poblacional actual

Para el desarrollo de estrategias de manejos adecuadas es crucial entender la biología y conocer el estado de la población de tortugas en sus áreas de forrajeo o alimentación. En esta sección se describe la biología de las cinco especies de tortugas marinas que concurren en BLA (fig. 1) y se sintetiza estado actual de su población. Para situarnos en un contexto global, se presentan los listados de estado poblacional de tres organizaciones reconocidas: la Unión Mundial para la Conservación (IUCN, por sus siglas en inglés; Hilton-Taylor 2000), el Acta de Especies en Peligro de los Estados Unidos (USESA), y la Convención sobre Comercio Internacional de Flora y Fauna (CITES; tabla 1). Además, se examinan las tendencias en la abundancia de anidación en playas tortugueras en las que nacen las tortugas que después concurren en BLA ya que éstas constituyen los mejores datos disponibles sobre abundancia poblacional y por ello son útiles para ubicar las tendencias de la población de tortugas marinas en esta zona de alimentación en un contexto espacial. A nivel local, se presenta información de las capturas históricas en los tiempos de la pesquería legal de tortugas, así como datos sobre las tasas de captura en proyectos de investigación científica que se han realizado en la zona de 1994–2004. Las categorías usadas para describir la situación local de las poblaciones de tortugas son: Muy Abundante, Común, Poco Común, Rara y Muy Rara. Los criterios utilizados para aplicar esta clasificación son en gran medida cualitativos dado que se cuenta con muy pocos datos de largo plazo para la zona.

Tortuga prieta, Chelonia mydas (= agassizii), Green turtle

Biología

Las tortugas prietas que llegan a BLA provienen principalmente de playas de anidación en Michoacán, México, y en menor medida de las Islas Revillagigedo (Nichols *et al.* 2000, Nichols 2003, P Dutton datos no publicados, Reséndiz datos no publicados; tabla 2). La longitud recta del caparazón (LC) de las tortugas prietas capturadas durante 10 años de investigaciones varió entre 45 y 100 cm, con una tasa media de crecimiento de 1.4 cm por año

Copyrighted material

Tabla 1. Estado poblacional de las tortugas marinas que concurren en Bahía de los Ángeles

Especie	Lista Roja de IUCN	Estado según USESA	Categoría en CITES	Estado poblacional actual	
				Histórico	Actual
Tortuga siete filos o laúd, *Dermochelys coriacea*	Críticamente en peligro	En peligro	1	Rara	Muy rara
Tortuga prieta, *Chelonia mydas*	En peligro	En peligro*	1	Muy abundante	Poco común
Tortuga perica o amarilla, *Caretta caretta*	En peligro	Amenazada	1	Común	Rara
Tortuga golfina, *Lepidochelys olivacea*	En peligro	Amenazada	1	Común	Rara
Tortuga de carey, *Eretmochelys imbricata*	Críticamente en peligro	En peligro	1	Poco común	Rara

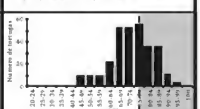
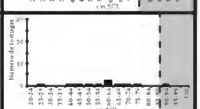
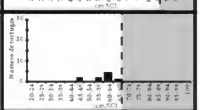
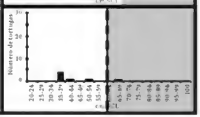
* Sólo la población del Pacífico Mexicano de tortuga prieta se encuentra clasificada por USESA como en peligro, todas las demás subpoblaciones están enlistadas como amenazadas.

(Seminoff *et al.* 2002c, 2003a; fig. 4). Este rango de tallas muestra que la población local está formada tanto por juveniles como por adultos, y su reducida tasa de crecimiento indica que una tortuga juvenil que acaba de llegar requerirá hasta dos décadas para alcanzar la madurez sexual.

En BLA las tortugas prietas se alimentan de algas marinas e invertebrados. Durante los meses de primavera y verano las praderas de algas marinas en El Bajo y El Rincón son dos de las localidades más importantes donde se alimentan las tortugas en la bahía. Las tortugas visitan estos lugares por las tardes y en la noche para utilizar como forraje las algas rojas *G. lemaneiformis* y *G. robusta*). El forrajeo nocturno puede ser una estrategia para evitar el mayor tránsito de lanchas y presión pesquera que tiene lugar en estas áreas durante el día (Seminoff *et al.* 2002a). También consumen otras especies de algas marinas como *Gigartina* sp., *Chaetomorpha* sp., *Ulva lactuca* y *Codium* sp., así como invertebrados como plumas de mar (*Ptilosarcus undulatus*), liebres marinas (*Aplysia* spp.), esponjas (Porifera), medusas, y huevos de gasterópodos (Seminoff *et al.* 2000a, 2002b). Cabe hacer notar que cuando no encuentran sus alimentos preferidos, las tortugas marinas, especialmente las prietas, consumirán de manera oportunista gran variedad de flora y fauna marina.

Copyrighted material

Figura 4. Resumen de las clases de talla y madurez de las tortugas capturadas durante los esfuerzos de monitoreo en el agua en BLA de 1994 a 2004. Las áreas sombreas indican un probable estado de madurez (adultos) con base en la talla media de anidación en la colonia más cercana. Las longitudes medias de caparazón al momento de la anidación son: tortuga prieta = 77.3 cm LC (Michoacán, México; Figueroa *et al.* 1993), perica = 89.0 cm LC (Japón; Uchida y Nishiwaki 1982), tortuga de carey = 68.6 cm SCL (Samoa Americana; Witzell 1983), y tortuga golfina = 62.2 cm LC (Sinaloa, México; Márquez 1990). En esta tabla no se incluye la tortuga siete filos dado que no se capturó ninguna en este estudio de campo

Species, Especie	No. turtles	Size range (mean - SE)	Life-stages present	Size distribution (grey scale = probable adults)
green turtle tortuga prieta	309	45.0 – 100.0 cm (73.6 - 0.65)	juveniles, Adults	
loggerhead tortuga perica	12	27.2 – 92.7 (60.4 - 5.3)	juveniles, adults	
olive ridley tortuga golfina	9	46.1 – 65.8 (57.8 - 2.1)	juveniles, adults	
hawksbill tortuga carey	7	34.4 – 55.2 (39.7 - 3.2)	juveniles	

Estado poblacional

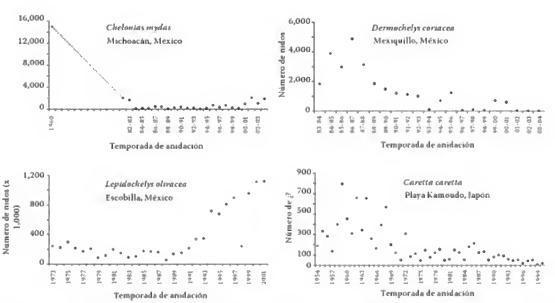
Actualmente la tortuga prieta se encuentra clasificada como especie en peligro por IUCN y está incluida en el Apéndice 1 de CITES (tabla 1). La USESA de 1973 enlista a esta especie como amenazada, con excepción de las pobla-

Copyrighted material

ciones que ocurren a lo largo de la costa mexicana del Pacífico, las cuales aparecen clasificadas como en peligro.

La población anidante en la principal playa de puesta en Michoacán fue estimada en ~25,000 hembras por año para inicios de la década de 1970, pero para la década de 1990 ésta ya había sido diezmada a menos de 500 hembras (Cliffton *et al.* 1982, Alvarado-Díaz *et al.* 2001). Hoy en día la población parece estar presentando los primeros indicios de recuperación, ya que en los últimos 4 años el número de hembras ha sido superior a las 1000, y particularmente en 2002 éstas ascendieron a 2500 (J Alvarado y C Delgado com. pers.; fig. 5). Sin embrago, es todavía es muy pronto para declarar esto como un triunfo de la conservación.

Figura 5. Tendencias en la anidación tortugas en cuatro sitios de puesta en México. Los datos de anidación de Mexiquillo son de Sarti *et al.* (1996, 2000, 2002), los de Michoacán son datos de Alvarado y Figueroa *et al.* (2002) y de J Alvarado (no publicados), los de Kamouda Beach son de Kamezaki *et al.* (2003), y los de Escobilla son de Peñaflores *et al.* (2000) y Márquez *et al.* (2002)

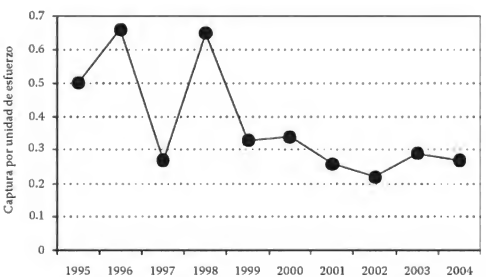


En BLA es muy difícil estimar las tendencias poblacionales absolutas con base en la comparación de los datos históricos de la pesquería con los datos del programa de captura científica más reciente. Sin embargo, el hecho de que a principios de la década de 1960 se hayan capturado cerca de 500 tortugas en tres semanas (ver más abajo), mientras que durante los 10 años de

Copyrighted material

estudio entre 1994 y 2004 sólo se hayan capturado poco más de 300, sugiere que la población actual se encuentra sustancialmente diezmada. Para establecer las tendencias poblacionales en el futuro sería especialmente útil contar con datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para este periodo. Durante nuestra investigación la CPUE varió de 0.69 (una tortuga en 34.8 h) en 1996 a 0.23 (una tortuga en 104.3 h) en 2002. Las mayores CPUEs anuales se obtuvieron en los primeros años de este estudio (1995, 1996 y 1998) y, con excepción de 1997, las más bajas ocurrieron durante los monitoreos más recientes (fig. 6). Estas tasas de captura demuestran que actualmente las tortugas prietas son poco comunes en BLA (tabla 1).

Figura 6. Captura por unidad de esfuerzo de tortuga prieta en BLA, Golfo de California, México, de 1995 a 2004. La unidad esfuerzo es equivalente a un lance de una sola red de 200 m que permanecío 24 h en el agua. Cabe hacer notar que la baja tasa de captura para 1997 se atribuye al evento de El Niño



Tortuga perica, lora, javalina o amarilla (Caretta caretta), *Loggerhead*

Biología

La tortuga perica, lora, amarilla o javalina, realiza una extensa migración durante su desarrollo, la cual tiene su origen en distantes playas de anidación

Copyrighted material

Tabla 2. Playas de anidación de donde provienen las tortugas de Bahía de los Ángeles. (??? = no hay datos disponibles)

Especie	Playa de anidación de origen	Distancia mínima de viaje	Evidencia	Referencias
Tortuga prieta (*Chelonia mydas*)	(1) Michoacán, México (2) Islas Revillagigedo, México	(1) 1,400 km (2) 1,000 km	(1,2) Análisis genético (1) Telemetría satelital (1) Recuperación de marcas en aletas	Nichols 2003, Dutton datos no publicados Reséndiz datos no publicados
Tortuga perica o amarilla (*Caretta caretta*)	Japón	10,000 km	Telemetría satelital Marcado de aletas	Reséndiz *et al.* 1998 Nichols *et al.* 2000
Tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*)	??? Pacífico Mexicano	???	No hay datos	
Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)	(1) BLA, México (2) Varios sitios del Pacífico mexicano	(1) 0 km (2) ???	(1) Observación directa (2) No hay datos	Reséndiz y Seminoff datos no publicados
Siete filos o laúd (*Dermochelys coriacea*)	??? Pacífico mexicano	???	No hay datos	

[Copyrighted material]

del Japón (Bowen *et al.* 1995, P Dutton datos no publicados; tabla 2). Después de pasar años alimentándose en el Pacífico Oriental, estas tortugas regresan a las playas donde nacieron para reproducirse y permanecer en el Pacífico Occidental a pasar el resto de su ciclo de vida (Nichols *et al.* 2000, Kamezaki *et al.* 2003, Peckham y Nichols 2003).

En el Golfo de California las tortugas amarillas se establecen en aguas costeras al alcanzar de 30 a 40 cm de LC, y empiezan a alimentarse de invertebrados bentónicos. Esto es consistente con el hecho de que las tortugas amarillas más pequeñas han sido encontradas en las aguas mar adentro del Canal de Ballenas (LC = 27.2–37.0 cm SCL; Olguín-Mena 1990, Reséndiz *et al.* 1999), mientras que las más grandes tienden a encontrarse dentro de la laguna (LC = 43.5–92.7 cm LC; Seminoff *et al.* 2004). Con base en los tamaños de las hembras que anidan en Japón (LC = 89.0 cm; Uchida y Nishiwaki 1982), la población de tortuga perica en las inmediaciones de BLA está compuesta principalmente de juveniles con sólo algunos adultos ocasionales (fig. 4). De manera interesante, el tamaño máximo reportado en BLA para estas tortugas (92.7 cm) es mayor que el reportado tanto para pericas encontradas vivas (58 cm; Ramírez Cruz *et al.* 1991) y varadas (83.4 cm; Gardner y Nichols 2001) en el Pacífico. Estos resultados conducen a la "hipótesis de la barrera peninsular" formulada por Seminoff *et al.* (2004), quienes sugieren que las tortugas de esta especie son mayores en el golfo porque su migración hacia el oeste a Japón es retrasada por la barrera terrestre que representa la Península de Baja California.

Estado poblacional

La tortuga perica se encuentra enlistada como en peligro por IUCN, como amenazada en la lista de USESA, y en el Apéndice I de CITES (tabla 1). Rápidamente se está convirtiendo en la especie de tortuga marina en mayor peligro del Océano Pacífico debido a que es ampliamente capturada incidentalmente por otras pesquerías marinas. El stock de tortuga amarilla en Japón —origen de todas las tortugas de esta especie de BLA— tiene actualmente alrededor de 1000 hembras que anidan cada año (Kamezaki *et al.* 2003). Los datos de Playa Kamouda, el sitio con el más extenso programa de monitoreo para una playa de anidación de tortugas, muestran claramente el declive que han experimentado a lo largo del último medio siglo (fig. 5).

Copyrighted material

Durante los 10 años de 1994 a 2004 de investigación en BLA sólo se han encontrado 12 tortugas pericas, lo que representa 3.5% de las 338 tortugas marinas estudiadas en este periodo (Seminoff 2000 datos no publicados, Seminoff *et al.* 2003b). Si este dato se compara con la proporción de pericas capturadas durante los datos recabados por Olguín-Mena (1990) a principios de la década de 1980 (8 de 149 = 5.3 %), resulta evidente una reducción en la proporción de pericas que además es congruente con el declive registrado de esta especie en todo el Pacífico en relación con la proporción de tortugas prietas. De las 12 pericas registradas, sólo ocho fueron capturadas vivas. La CPUE para estas tortugas fue de 0.014, o una perica por cada 1,699 horas de tendido de redes. Con base en esta tasa de captura, y en la baja frecuencia de avistamientos de los pescadores locales, hemos clasificado a la tortuga perica como una especie rara en BLA (tabla 1).

Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), Olive ridley

Biología

La golfina es la tortuga marina más pequeña del Océano Pacífico, ya que alcanza solo hasta 70 cm de LC y llega a pesar un máximo de 45 kg; es ligeramente mayor que la tortuga lora (*Lepidochelys kempii*) del Golfo de México. En BLA la talla de las tortugas golfinas varía de 46.1 a 65.8 cm de LG, un rango que indica que la población incluye tanto juveniles como adultos (Seminoff 2000, Seminoff y Jones datos no publicados).

La golfina es la única especie de tortuga que ha sido vista anidando en BLA. La región probablemente nunca ha sido un área crítica para esta actividad, pero las entrevistas realizadas a algunas personas mayores de la región así como a algunos turistas que visitan la zona desde hace mucho tiempo, sugieren que alguna vez la anidación fue más común en los últimos meses del verano. Parece que en años recientes ha aumentado la frecuencia de los reportes de anidación, en gran medida por la información que ha aportado Ruth Urbán acerca de la parte sur de la bahía (Seminoff y Nichols datos no publicados, R Urban com. pers.). A pesar de que los reportes han sido para redes solas, estos eventos indican un incremento en las actividades de anidación dado que las hembras usualmente depositan en varios nidos durante

Copyrighted material

la temporada. Es claro que algunos animales anidan en el área cercana, pero es poco probable que todas las golfinas capturadas durante nuestra investigación en BLA hayan eclosionado en playas locales. Las principales zonas de anidación de tortugas golfinas más cercanas se encuentran en la región de Los Cabos, al sur de la Península de Baja California (López-Castro *et al.* 2004), y cerca de Mazatlán, Sinaloa (Seminoff 1994; tabla 2).

Estado poblacional

La tortuga golfina se encuentra enlistada como en peligro por IUCN, como amenazada en la lista de USESA, y en el Apéndice I de CITES (tabla 1). Esta especie ha recibido recientemente considerable atención debido a la recuperación de algunas poblaciones anidantes a lo la largo de la costa mexicana del Pacífico (Márquez *et al.* 1996, 1998, 2002). En la mayor de ella, en Escobilla, Oaxaca, por ejemplo, casi desaparecieron debido a décadas de recolecta de huevos y matanza de adultos para aprovechar su carne y su piel. Sin embargo, desde la veda absoluta a la pesquería legal de tortugas en México en 1990 esta población se ha recuperado (fig. 5). Este es uno de los mayores éxitos obtenidos en la conservación de las tortugas marinas y quizá el mejor ejemplo de cómo las leyes de conservación tales como la moratoria publicada en 1990, en combinación con la efectiva protección de las playas de anidación y la aplicación de la ley, pueden realmente ayudar a la recuperación de las poblaciones (García *et al.* 2003). No obstante, con sólo nueve tortugas golfinas capturadas durante 10 años de investigación científica en la zona (1994–2004), siguen considerándose raras en BLA.

Tortuga de carey *(Eretmochelys imbricata)*, Hawksbill

Biología

Conocidas localmente como tortugas de carey, su rasgo más distintivo es la bella trama de tonos cafés y verdes que decoran su caparazón y plastron, especialmente durante sus estadios juveniles y subadultos. La tortuga de carey tiene una dieta bastante singular: se alimenta de esponjas casi exclusivamente de esponjas. En BLA la esponja *Haliclona* sp. es uno de los alimentos

Copyrighted material

principales de esta especie (Seminoff *et al.* 2003a). Las tortugas de carey encontradas en BLA tuvieron un rango de tallas de 34.4 a 55.2 cm de LC, lo que indica que esta población está compuesta de juveniles y subadultos (Seminoff *et al.* 2003c; fig. 4). Todas menos una de las siete tortugas de carey estudiadas durante los recientes esfuerzos de monitoreo eran sustancialmente menores al promedio del tamaño de las tortugas anidantes en la Samoa Americana (LC = 68.6 cm), una de las más cercanas playas de anidación para la que existen datos de tamaño disponibles (Witzell 1983).

Aunque son escasos los datos sobre anidación de tortugas de carey en el Pacífico Oriental, su presencia en los hábitats costeros de la Península de Baja California sugiere que esta especie continua anidando cerca de estas áreas (tabla 2). El recuento de anidaciones esporádicas en los estados costeros mexicanos de Jalisco y Nayarit indica que estas tortugas provienen de potenciales playas de anidación a dentro de un rango de 1,000 km de BLA (Chávez 1989, R. Briseño com. pers.). Las Islas Marías, localizadas en el Pacífico Mexicano a unos 600 km del extremo sur de la Península de Baja California, pueden también seguir teniendo actividades de anidación de las tortugas de carey (Márquez 1990, J Sánchez com. pers.). Es evidente la necesidad de información genética de tortugas en zonas de anidación y alimentación para deducir la estructura de la población de tortugas de carey y sus movimientos en el Pacífico Oriental. El uso de telemetría satelital con hembras anidantes podría también ayudar a dilucidar el vínculo entre playas de anidación y áreas de alimentación para las tortugas de carey en la región.

Estado poblacional

Actualmente la tortuga de carey se encuentra enlistada como críticamente en peligro por IUCN, en peligro por USESA, e incluida en el Apéndice I de CITES (tabla 1). En el Océano Pacífico Oriental, alguna vez las tortugas de carey fueron comunes en los hábitats neríticos de México a Ecuador (Cliffton *et al.* 1982). Los misioneros españoles reportaron que esta especie era común a lo largo de las costas del Golfo y del Pacífico de Baja California a finales del siglo XVII (Aschmann 1966). Los ancianos seris aseguran que hasta la década de 1950 todavía abundaban grandes tortugas de carey (Felger y Moser 1985) pero debido a la intensa pesca comercial esta especie se volvió rara e

Copyrighted material

incluso desapareció de la mayoría de sus localidades en el Pacífico Oriental hacia fines de la década de 1960 (Caldwell 1963, Cliffton *et al.* 1982). Ya en 2006 no existen zonas de anidación de tortugas de carey significativas en el Océano Pacífico Oriental. Con sólo siete tortugas de carey documentadas en BLA entre 1994 y 2004 (Seminoff *et al.* 2003a, datos no publicados), la especie se sigue considerando rara en el área (tabla 1).

Tortuga siete filos o laúd *(Dermochelys coriacea)*, Leatherback

Biología

La tortuga siete filos o laúd es uno de los vertebrados más grandes y notables que habitan en los océanos del mundo. Localmente conocida como siete filos o laúd, es el único miembro de la familia Dermochelyidae, cuya existencia se remonta a más de 100 millones de años. Es la tortuga más grande del mundo, y su concha alcanza más de 2 m de longitud y su peso corporal puede llegar hasta 800 kg (Grismer 2002). Su existencia es más pelágica que la de cualquier otra especie de tortuga, y vive de las abundantes medusas y otros organismos gelatinosos del megaplancton asociados con la capa de difusión profunda mar adentro (Eckert *et al.* 1989). Su gran tamaño les proporciona una considerable inercia térmica que evita que se enfríen excesivamente o se sobrecalienten. Esta termorregulación, parecida a la de los organismos endotérmicos y conocida como "gigantotermia" (Paladino *et al.* 1990), permite a las tortugas siete filos acceder a recursos alimenticios de aguas frías que resultan inaccesibles para otras especies de tortugas.

Las tortugas siete filos ó laúd anida a lo largo de la costa del Pacífico Occidental desde México a Costa Rica, y en la región de Los Cabos de Baja California cerca de Todos Santos (Fritts *et al.* 1982, Seminoff 1994, Spotilla *et al.* 2000). En el Pacífico Oriental se alimentan desde Chile hasta Alaska incluyendo el Golfo de California. En BLA existen muy pocos datos disponibles de tortugas siete filos, pero de las 16 que se han podido medir desde 1981, la longitud curva de caparazón (LCC) varió entre 113–156 cm (A Reséndiz datos no publicados). Con base en un promedio de la LCC de las tortugas que anidan en México de 143.8 cm (L Sarti datos no publicados), este rango corresponde tanto a juveniles como a adultos.

Copyrighted material

Estado de la población

Actualmente las tortugas siete filos están experimentando un serio declive en el Océano Pacífico. Están enlistadas por IUCN como especie críticamente en peligro, en peligro por USESA, e incluida en el Apéndice I de CITES (tabla 1). Dado que la mayoría la pasan en aguas pelágicas, las siete filos son particularmente susceptibles a las pesquerías de altamar con palangre y redes a la deriva (e.g., Lewison *et al.* 2004). La pesca incidental por estas pesquerías, aunada a los impactos de décadas de piratería de sus huevos han diezmado sus poblaciones a todo lo largo del pacífico (Spotila *et al.* 2000). Esto ha sido particularmente evidente en el Pacífico Occidental donde la playa de anidación de Terengganu, Malasia (alguna vez la colonia más importante de esta especie en el Pacífico) ha dejado de serlo (Chan 1996). La situación es muy similar en el Pacífico Oriental. En Mexiquillo, Michoacán, alguna vez la principal colonia de anidación en México, la puesta ha caído de más de 300 nidos anuales en la década de 1980 (Márquez *et al.* 1981) a menos de 200 durante la temporada de anidación 2002–2003 (L Sarti com. pers.; fig. 5).

Las tortugas siete filos nunca han sido particularmente comunes en la parte central del Golfo de California (Felger y Moser 1985) y se han contado pocas en BLA. Entre 1982 y 1986 los pescadores locales reportaron el avistamiento o captura de 23 siete filos (A Reséndiz datos no publicados), pero a lo largo de la última década sólo se ha encontrado una tortuga de esta especie, varada cerca de La Gringa en 2002. Estos avistamientos sugieren que la ocurrencia de tortugas siete filos en BLA ha disminuido al igual que en el resto del Pacífico, lo que sostiene su carácter de extremadamente o muy rara en BLA.

Interacciones entre las tortugas marinas y el hombre

La bahía probablemente es bien conocida para los pueblos del interior, ya que encontramos muchas trazas de viejos campamentos, montones de conchas de ostión, montones de cenizas, y muchas veredas de mula que llevan al sur. Abundan las tortugas en la bahía, pero no tuvimos éxito en capturar ninguna

Tte. George Horatio Derby (1851 en Faulk 1969) acerca de Bahía de los Ángeles en el 'Derby's Report on Opening of the Colorado'.

Copyrighted material

Cuando Derby hizo su viaje a través de la región de BLA hace más de 150 años, los hábitats costeros del desierto se veían tal como se ven ahora, pero el paisaje submarino era bastante diferente. Existía una maravillosa abundancia de peces, invertebrados, mamíferos y tortugas marinos. Las aguas costeras estaban llenas de vida. Las poblaciones de muchas de las especies más conspicuas eran tan abundantes que parecían recursos inagotables para los que cazaban y pescaban para el consumo local y vendían a otros mercados más lejanos. Ahora, sin embargo, esta antigua abundancia sólo existe en nuestra imaginación, ya que décadas de explotación han agotado la mayoría de las especies más valiosas de la zona. Sin una base histórica es difícil imaginarse que tan pletóricas de vida se veían las aguas costeras de la bahía. Es difícil captar que alguna vez las tortugas marinas fueron el vertebrado mayor más abundante en todo el Golfo de California.

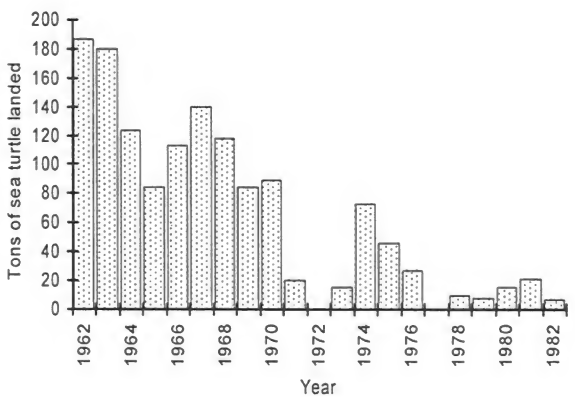
De todas las especies cazadas y comercializadas, la tortuga prieta (*Chelonia mydas*) ha sido uno de los recursos más importantes para la población humana local. La especie ha soportado siglos siendo cazada por los humanos, desde las culturas indígenas a la moderna. Como lo explicó O'Donnell (1974) "Bahía de los Ángeles fue sin duda el escenario de al menos algo de caza de tortugas en tiempos de los aborígenes, y también tuvo esta función durante el periodo misional." Hacia principios del siglo XX ya se había iniciado la pesquería comercial de tortugas marinas de Baja California (Agler 1913, Averett 1920, Craig 1926). La cacería de tortugas se realizaba por todas partes pero las largas distancias y las dificultades para su transporte al norte hacían difíciles las ganancias. Sin embargo, para la década de 1950 la construcción de caminos y la mayor disponibilidad de vehículos terrestres motorizados facilitó mucho la existencia de los pescadores de tortugas de la península.

La pesquería de tortugas era particularmente activa en BLA, y durante la década de 1960 y a principios de la de 1970 fue una de sus bases principales en Baja California (Caldwell 1962a, 1963; R Márquez com. pers.). Es en este periodo cuando el gobierno mexicano se empieza a involucrar en la pesquería. Pescadores como Antero Díaz Albavera y José Matilde Smith Núñez recibieron oficialmente autorización como permisionarios para cazar tortugas marinas en el área (Secretaría de Industria y Comercio *ca.* 1968).

Copyrighted material

Ellos, y en particular Antero Díaz, fueron los responsables de la operación de cooperativas de pesca de tortugas que, por muchos años, extraerían importantes cantidades de tortugas de la región. Las tortugas prietas eran embarcadas comúnmente de BLA a Ensenada, Tijuana y San Diego (Caldwell 1963, O'Donnell 1974). Su explotación era tan intensa y tan importancia desde el punto de vista económico que, durante sus investigaciones en la zona, Caldwell y Caldwell (1962a) llamaron a las tortugas prietas el "ganado" del Golfo de California. Con relación a la pesca de tortugas en BLA Caldwell (1963) escribiría: "tan sólo en Bahía de los Ángeles vi desembarcar más de 500 en un periodo de 3 semanas del verano de 1962 y, considerando el esfuerzo pesquero, [se desembarcó] un número similar por semana en el invierno." En total fueron reportadas 186 toneladas de tortugas marinas desembarcadas en ese año en BLA (fig. 7; Márquez 1984). Olguín-Mena (1990) proporciona

Figura 7. Resumen de los desembarques de tortuga marina (principalmente *Chelonia mydas*) registrados en BLA entre 1962 y 1982. La disminución de los desembarques entre 1971 y 1973 se debió a la implantación de cuotas de capturas y vedas durante esos años. Datos de Márquez (1984)



Copyrighted material

una cifra aún más impresionante de 2,600 tortugas capturadas a principios de la década de 1960 por las 10 pangas de la cooperativa pesquera "Sociedad" que operaba a lo largo de la región de BLA e Isla Ángel de la Guarda (IAG). No es de sorprender que esta población pronto se colapsara: para 1982 sólo se capturarían en BLA once toneladas de tortuga, lo que representó una caída de 96% de las capturas en tan sólo dos décadas (fig. 7; Márquez 1984, Olguín-Mena 1990). Como resultado de la sobrepesca y el declive de las poblaciones, la pesquería de tortugas entró en un periodo de quiebra durante el que las cooperativas estuvieron mucho menos activas. De 1981 a 1985, por ejemplo, se reportaron menos de 200 tortugas arribadas por la cooperativa "Canal de Ballenas" (A Reséndiz datos no publicados). A pesar del colapso de las poblaciones de tortugas muchos pescadores siguieron cazándolas para su consumo doméstico y para venderlas a compradores independientes hasta la prohibición nacional de la pesca de tortugas en 1990 (Poder Ejecutivo Federal 1990; A Reséndiz com. pers.). La historia de la caza de tortugas aparentemente había cobrado su cuota, como al menos un pescador de tortugas los explicaba a principios de la década de 1990: "ya no había tortugas" (F Savín de Smith com. pers.).

Es importante notar que la caza de tortugas jugaba un papel muy importante en la cultura local. Al principio estos animales eran una fuente de nutrición, de medicinas y materiales. Las tortugas eran, y siguen siendo, capturadas principalmente por su carne, aunque su aceite y su sangre servían también de manera importante como medicina. Mientras el aceite de tortuga se utilizó durante mucho tiempo como un remedio para el resfriado, su carne y otros productos han sido valorados, como en muchas otras partes del mundo, por sus cualidades afrodisíacas. Además, la matanza de las tortugas era un ritual que estaba integrado en la trama de la cultura local, y que reunía a padres e hijos, primos y amigos, durante las expediciones a cazar tortugas.

Originalmente las tortugas eran cazadas por medio de un arpón largo lanzado desde una embarcación menor o panga. La cacería usualmente se realizaba a remo: una persona remaba con un remo de madera mientras la otra se encontraba lista con el arpón en la proa de la panga. Al final, la pesca se simplificó con la introducción de motores fuera de borda para conducir las pangas hasta los sitios de caza. Ésta típicamente se realizaba de noche con

Copyrighted material

pangas que usualmente estaban equipadas con una linterna que colgaba de la proa para iluminar el agua. Muchas veces los cazadores apuntaban hacia la estela bioluminiscente que las Tortugas creaban al moverse en el agua. Los arponeros experimentados tiraban su arpón justo enfrente de la estela de luz sumergida, lo que frecuentemente resultaba en la exitosa captura de una tortuga. Los arpones medían hasta 3.5 m y tenían una punta de flecha desmontable de acero. Éstos tenían que ser lanzados con gran fuerza para poder atravesar el caparazón de la tortuga y hacer que la punta de flecha se soltara. La base de la flecha usualmente estaba forrada con hule o cuero para evitar que esta penetrara muy profundo o causara mucho daño a la tortuga. Una vez arponeada, la tortuga era traída lentamente a la panga con una línea pequeña que iba atada a la punta del arpón. Con tortugas especialmente grandes esto algunas veces requería utilizar un segundo arpón para asegurar la captura. Una vez subidas a la panga las tortugas eran amarradas y el agujero hecho por el arpón se llenaba con algún pedazo de tela. La cacería continuaba hasta que se capturaban y aseguraban a bordo de la panga hasta unas 20 tortugas (Y Suzuki com. pers.).

Hacia fines de la década de 1950 los cazadores de tortugas empezaron a reemplazar los arpones por las redes de enmalle, y hacia fines de la década de 1970 los arpones prácticamente ya no eran utilizados. La popularización de este nuevo arte de pesca se debió muy probablemente al cada vez menor número de tortugas, lo que hacía a los arpones poco eficientes. También influyó en la transición la facilidad con que se podían capturar varias tortugas mientras que los pescadores todavía se encontraban cerca de ellas.

La cacería de tortugas, tanto con arpones como con redes, se realizaba cerca de la costa de la bahía y de las islas mar adentro. Los viajes de pesca de tortugas podían durar de una noche hasta dos semanas; los viajes más largos eran a sitios distantes como IAG o Bahía San Rafael, mientras que los viajes cortos eran a lugares cercanos como La Silica, El Bajo, El Quemado, Campo Muñoz, y El Rincón (fig. 3). Al final del viaje, las tortugas eran desembarcadas en la playa frente al pueblo, eran desamarradas y volteadas con el vientre arriba para identificar las tortugas recién llegadas. Después de ser contadas las tortugas eran llevadas a un lugar sombreado donde permanecían desde unos cuantos días hasta poco más de una semana antes de ser embarcadas en el camión que las llevaría al norte (Caldwell 1963, F Verdugo com. pers.).

Copyrighted material

Hoy en día, lo que queda de las poblaciones de tortugas, particularmente de tortuga prieta, continúa siendo explotado. A pesar de estar protegidas legalmente (Poder Ejecutivo Federal 1990), las tortugas marinas son cazadas, consumidas localmente y vendidas a compradores foráneos que vienen de lugares como Ensenada y Tijuana (Nichols *et al.* 2002, Seminoff *et al.* 2003b, J Seminoff obs. pers.). Aunque la oferta y la demanda de tortuga es ilegal, el consumo de carnede tortuga en muchos círculos sociales de México y Estados Unidos sigue siendo común y frecuente. La "tradición" es la que mantiene esta cultura de consumo de carne de tortuga, ya que es el platillo preferido en muchas fiestas como las del festejo de quinceañeras, y las reuniones de Semana Santa. Por el lado de la oferta, la explotación ilegal es incentivada por las utilidades que se pueden obtener de la venta de las tortugas, ya que no es raro que una sola tortuga prieta grande pueda ser vendida en el mercado negro en unos $1000 dólares.

Las poblaciones de tortugas de BLA, como las del resto del mundo, además de estar amenazadas por su pesca ilegal, también están amenazadas por su pesca incidental por pesquerías dirigidas a otras especies, y por la general degradación de los hábitats marinos. La mortalidad debida a la pesca incidental se ha visto en las cinco especie que habitan en el área (Seminoff *et al.* 2003b, 2004; A Reséndiz datos no publicados) y las principales causantes de esta mortalidad han sido las redes agalleras de fondo utilizadas para pescar lenguado y otros peces óseos, así como los trasmallos utilizados para capturar tiburones y rayas. Sin embargo, actualmente éstos se capturan cada vez menos, y en cambio mucha de la pesca local es realizada mediante trampas para peces que no capturan tortugas. Con respecto a la degradación del hábitat, los hábitats costeros de BLA se encuentran relativamente libres de contaminación, pero están amenazados por los desarrollos costeros, entre los que destaca la construcción de una gran marina en la ensenada La Gringa, en la parte norte de BLA. En los últimos años también se ha estado realizando la extracción comercial de algas *Gracilariopsis* para la producción industrial de agar. Aunque el impacto de estas actividades humanas, presentes y futuras, es difícil de cuantificar, el reciente incremento poblacional en BLA y en toda la Península de Baja California resalta la necesidad de desarrollar e implementar estrategias de manejo que equilibren el desarrollo y las actividades económicas con las necesidades de las especies marinas.

Copyrighted material

Historia de la investigación científica

Debido a su importancia como centro comercial de la pesquería de tortugas en Baja California, BLA recibió considerable atención de los científicos mucho antes que otras áreas de la península; los datos recolectados durante esos primeros años de investigación siguen sirviendo como sustento histórico para la investigación contemporánea sobre tortugas en la región. En algunos casos la propia pesquería facilitó los estudios biológicos. A partir de la década de 1950 las tortugas encerradas en el corral de Antero Díaz eran estudiadas en cuanto al número de organismos desembarcados, sus tallas individuales, la proporción de sexos, taxonomía e incluso su capacidad para encontrar el mar (e.g., Caldwell y Caldwell 1962a, 1962b). Caldwell (1962b) describió una subespecie única de tortuga prieta con base en el análisis de especímenes provenientes de BLA, que fue llamada tortuga prieta del noroeste, *Chelonia mydas carrinegra* (nombradas en honor de Archie Carr, colega de Caldwell, y por la oscura pigmentación de las tortugas) Aunque este nombre ya no es reconocido por la comunidad científica, la tortuga prieta todavía es ocasionalmente llamada *carrinegra* en comunidades costeras del Golfo de California (G Nabhan com. pers.).

En la década de 1970 surgió un nuevo grupo de investigadores dispuestos a continuar con la labor de los Caldwell. Los primeros estudos estuvieron enfocados en dinámica poblacional (Márquez y Doi 1973) y ecología forrajera (Márquez 1990). Más adelante se recolecto información sobre los hábitos de buceo de las tortugas y su termoregulación (Heath y McGinnis 1980). En 1979 llegaron los biólogos de la Secretaría de Pesca Antonio Resendiz, Mauricio Garduño Andrade y Gilberto Encinas. Garduño y Encinas permanecieron en BLA sólo dos años, pero con la ayuda del Ejido Tierra y Libertad y la cooperativa tortuguera local Canal de Ballenas, ellos y Reséndiz iniciaron el primer programa de conservación de tortugas marinas patrocinado por el gobierno. Su meta era administrar la pesquería local de tortuga y evitar su sobreexplotación. Tras varios años de no lograr disminuir la caza, finalmente se fijo un límite mensual de captura de 100 tortugas entre diciembre y mayo, y las tortugas capturadas tenían que medir por lo menos 75 cm de largo recto de caparazón para poder ser vendidas. Algunas tortugas que no satisfacían esta talla mínima eran marcadas en las aletas y liberadas de acuerdo

Copyrighted material

a lo estipulado por el programa nacional de marcaje de la Secretaría de Pesca. Durante los primeros años de este programa de monitoreo las tortugas eran mantenidas en la laguna de Isla Coronado (a.k.a. Isla Smith).La laguna servía como un laboratorio natural ideal donde mantenerlas por largos periodos. Sin embargo, pronto el programa tortuguero construyo una serie de estanques de encierro a lo largo de la costa de la bahía, como a un km al norte del faro de Punta Arena (fig. 3). Estos primeros tanques, y los que los remplazaron con el paso de los años, servirían como el corazón de las actividades de investigación sobre tortugas en el área.

Antes A Reséndiz había trabajado de cerca con el Dr. Grant Bartlett, un biólogo de los EUA. Como científico Bartlett ayudó a Reséndiz a iniciar varios proyectos nuevos de investigación enfocados en aspectos como la crianza en cautiverio y los análisis de sangre (Reséndiz 1986). Como amigo Bartlett fue quien presentaría a Reséndiz a su futura esposa, Bety, una bióloga de Michoacán, Mexico, dedicada a estudiar las totugas marinas. Bartlett fue el primero de los muchos colaboradores que trabajaron en el equipo de investigación de Reséndiz, y fue por mucho quien más influyó en el inicio de la investigación multidisciplinaria sobre tortugas marinas en los estanques tortugueros de la Secretaría de Pesca.

A lo largo de la década de 1980 y a principios de la de 1990, estos tanques albergaban una variedad de estudios sobre tortugas en cautiverio (Angermeier y Reséndiz 1996, Reséndiz *et al.* 1999). Una de las contribuciones más importantes del programa fueron datos genéticos básicos de la tortuga sobre la tortuga perica como parte de un estudio que mostró el primer vínculo genético entre las tortugas de esta especie que anidan en Japón y las que forrajean a lo largo de la Península de Baja California (A Abreu-Grobois y R Briseño-Dueñas unpubl. data, Bowen *et al.* 1995). Los tanques también eran utilizados para mantener temporalmente a tortugas enfermas o lastimadas en rehabilitación (e.g., Reséndiz-Hidalgo y Hernández 1993), algunas de las cuales eran enviadas al Centro Mexicano de la Tortuga en Mazunte, Oaxaca, para su exhibición (e.g., Reséndiz-Hidalgo y Jiménez-de-Reséndiz 1994, com. pers.). Además de apoyar en la investigación de campo de los científicos, la estación tortuguera ha sido un importante centro educativo para los miembros de la comunidad local y visitantes de todo el mundo. Por más de 25 años esta combinación

Copyrighted material

ha sido la piedra angular de la investigación y la conservación de las tortugas marinas en el área.

Desde principios de la década de 1990, los esfuerzos por aprender más acerca de la ecología de la tortuga prieta en el agua en BLA han sido emprendidos por una variedad de investigadores de diferentes instituciones. En la investigación de campo se ha utilizado una variedad de técnicas que incluye esfuerzos de captura marca y recaptura, análisis genéticos, análisis de isótopos estables, análisis de metales pesados, biotelemetría, análisis alimentarios y mediciones metabólicas. Juntas estas técnicas han ayudado a caracterizar la biología y el estado de las tortugas en la región. Se han tenido avances en conocer la estructura del stock poblacional y las playas de anidación de origen de las tortugas (Nichols *et al.* 2000, Nichols 2003a), la estructura de tallas de la población (Reséndiz *et al.* 1999; Seminoff 2000; Seminoff *et al.* 2003b, 2003c, 2004), la hibridación (Seminoff *et al.* 2003a), crecimiento (A Reséndiz datos no publicados; Seminoff *et al.* 2002c), ecología del forrajeo (Márquez 1990, Seminoff *et al.* 2000, McDermott *et al.* en prensa), migraciones diurnas, espacios de vida y uso del hábitat (Seminoff 2000, Seminoff *et al.* 2002a, Aquarium of the Pacific unpubl. data.), comportamiento de buceo (Seminoff *et al.* en prensa), energética (Jones *et al.* 2005), y salud (Presti *et al.* 1999, Valdivia-Jiménez 2003, Castelán-Martínez 2004, Sifuentes 2004, Gardner *et al.* in press). Además de estos avances científicos, también se ha mejorado el conocimiento de los impactos antropogénicos y de la degradación de hábitats en estas áreas (Seminoff 2000, Nichols 2003b, Seminoff *et al.* 2003b, Fitzgerald 2004).

Desde el inicio de los trabajos de investigación los miembros de la comunidad local y los antiguos pescadores de tortugas han jugado un papel integral. Al compartir su conocimiento y con su ayuda logística han hecho posible la investigación. El Grupo Marino, un equipo de nativos de BLA dedicados a realizar actividades de monitoreo de tortugas marinas y servir de guías a los turistas que visitan la zona atraídos por las tortugas, ha jugado un papel especialmente valioso. También las recientes colaboraciones con biólogos del Acuario del Pacífico en Long Beach, California, y la Asociación de la Tortuga Marina, de Japón, han mostrado rendir frutos para ampliar nuestro conocimiento sobre las tortugas marinas de BLA y sus alrededores. Otro de los grandes productos colaterales de la investigación científica ha sido el en-

Copyrighted material

trenamiento de estudiantes de México, los Estados Unidos, así como muchos otros países de todo el mundo (e.g., Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Japón, Holanda, el Reino Unido). Escuelas y organizaciones como la Universidad de Arizona, One World Workforce, Earthwatch Institute, Foundation for Field Research, Glendale College, Mira Costa College, Green School, Sea Turtle Awareness Center, el Programa de Aventuras Acuáticas BAHIA y el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, han estado trayendo estudiantes a BLA a investigar las tortugas y conocer la cultura local. Cientos de estudiantes han ayudado en los trabajos de investigación y han adquirido habilites que han retroalimentado sus propios proyectos fuera de BLA. Estas alianzas no sólo han ayudado a generar datos científicos, sino que también han mostrado a la comunidad el valor que representan para muchos las tortugas marinas como recursos vivos.

La conservación de tortugas marinas en BLA con miras al futuro

Aunque actualmente se encuentran protegidas por estrictas leyes en México (Poder Ejecutivo Federal 1990; tabla 3) y los EUA (Acta de Especies en Peligro de 1973), así como por tratados internacionales, las tortugas siguen siendo capturadas y comercializadas en Baja California (Nichols *et al.* 2002). Autoridades y organizaciones no gubernamentales (ONG) mexicanas han realizado esfuerzos para limitar su comercio ilegal y captura incidental; sin embargo, la incapacidad de eliminar de raíz el mercado negro de estas especies ha ralentizado los avances en la conservación de tortugas en BLA. Sin embargo, ha habido algunos avances importantes a lo largo de la Península de Baja California que han mejorado la situación en BLA. Con respecto a la implementación y ejecución de las leyes existentes, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) recientemente ha intensificado esfuerzos para reducir la explotación de las tortugas, lo que ha resultado en la captura y encarcelamiento de varios traficantes de tortuga, algunos de ellos hasta entonces activos en el área de BLA (L Fueyo com. pers.). Además del gobierno mexicano, existen varias ONGs cuyos esfuerzos están llamado la atención hacia la conservación de las tortugas marinas. El Grupo Tortuguero, una red comunitaria de base que se extiende a varias localidades de la región, es quizá el grupo más activo en este sentido. Lo que inició en 1999 como una reunión anual de pescadores, biólogos

Copyrighted material

Tabla 3. Medidas y leyes de conservación que afectan a las tortugas marinas en México (Cantú y Sánchez 2000, Nichols 2003a, reimpreso de Felger *et al.* 2005)

1968	La Secretaría de Comercio implementa reglas de captura, uso y comercio para las tortugas.
1971	Prohibición de la casa de cualquiera de las especies de tortuga por dos años.
1972	Prohibición de la captura de tortugas, excepto a cooperativas.
1979	Veda total y permanente de las tortugas siete filos y de carey.
1982	Se crea de la primera secretaría de estado que atiende asuntos ambientales (SEDUE).
1986	Declaración de diecisieta playas de anidación de tortuga como reservas
1986	Decreto de la ley Federal de Pesca.
1990	Acuerdo que establece la veda total de todas las especies de tortuga (mayo).
1991	México se integra como miembro de CITES (julio).
1991	Se crea el artículo 254 bis del Código Penal que establece penas corporales por la posesión, matanza o comercialización de tortugas marinas y sus productos.
1992	Los asuntos ambientales pasan a ser de la competencia de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
1993	Se crea la Comisión Intersecretarial para la Protección y la Conservación de las Tortugas Marinas y el Comité Nacional para la Protección y la Conservación de las Tortugas.
1994	Se crea la primera secretaría dedicada exclusivamente a atender asuntos ambientales, la SEMARNAP (diciembre).
1994	Se crea la Subprocuraduría de Recursos Naturales dentro de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (diciembre).
1996	Se publica la primera Norma Oficial Mexicana de emergencia que establece el uso de dispositivos excluidores de tortugas (DETs) en el Pacífico (marzo).
1998	México firma en la Convención Inter-Americana de Protección y Conservación de Tortugas Marinas (diciembre).
2001	Se incrementa en el Código Penal a 12 años la pena máxima por causar daño a las tortugas.
2002	PROFEPA refuerza la implementación de las leyes de protección a las tortugas en todo México, especialmente a lo largo de la Península de Baja California.

y conservacionistas, desde entonces se ha ampliado a personas de todos los sectores involucrados en el uso de los recursos marinos, políticos, pecadores comerciales y deportivos, biólogos, educadores, estudiantes y conservacionistas (Pesenti y Nichols 2002). Las actividades del Grupo Tortuguero están logrando reducir la demanda de tortuga a lo largo de la península dirigiéndose a la raíz social y ecológica de la explotación de estas especies, transformándolas de ser un recurso meramente alimenticio y económico a ser un recurso cultu-

Copyrighted material

ral y ecológico (Delgado y Nichols 2005). Estas actividades están teniendo un profundo efecto en BLA, tal y como ha sido demostrado por el reciente desarrollo de un movimiento en favor de la conservación coordinado por jóvenes de BLA (S Fisler com. pers.).

Además del fortalecimiento de las leyes de protección a la vida silvestre y las actividades comunitarias a favor de la conservación de las tortugas marinas, es importante asegurar la protección de los hábitats marinos y costeros de BLA. Esto es particularmente cierto si consideramos la creciente población humana y el consecuente desarrollo de la zona costera. Es evidente que la creación de la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes ha sido un paso vital hacia la protección del hábitat. Sin embargo, es importante que se establezcan programas de monitoreo y estándares de calidad del agua consecuentes con la declaración de esta área natural protegida. Las praderas vegetales marinas deberían ser protegidas de manera que las futuras extracciones de algas sean primero evaluadas para asegurar que son sustentables y que no afectarán directamente la alimentación de las tortugas. Además, las marinas que seguramente serán construidas en la zona (e.g., Nichols 2003b) deberían considerar en su diseño sistemas seguros de reabastecimiento de combustibles y establecer reglas que prohíban la descarga de las aguas residuales a las embarcaciones comerciales y de recreo. No es un secreto que BLA es uno de los destinos más bellos del planeta. Este alguna vez apacible pueblo minero y pesquero se está convirtiendo actualmente en uno de los más importantes centros turísticos a lo largo de la Península de Baja California, y es esencial que los hábitats marinos y terrestres de la zona, así como la flora y fauna que albergan, sean preservados ya que son ellos los que realmente hacen de BLA un lugar tan maravilloso.

Agradecimientos

Agradecemos al gobierno y al pueblo de México por hacer posible nuestra década de investigación en BLA. Agradecemos a Susan Gardner, René Márquez y Laura Sarti la información proporcionada y que se incluyó en este capítulo, y a Tom MacFarland el permitirnos usa sus ilustraciones de tortugas marinas. Nuestra investigación en Mexico fue mejorada con la

Copyrighted material

ayuda generosa de nuestro amigo y líder de campo Travis Smith. Apreciamos la asistencia logística de Lulu Bartley, Marcos Blanco, Steven Collins, Anthony Galvan, Jennifer Gilmore, Grover Jeane, Greg Joder, Victoria Ligon, AAnthony Lusk, Boyd Lyon, Alexa McDermott, Oscar Pedrín, Mauro Rosini, Víctor Sánchez, Francisco Savín, Yoshio Suzuki, Lucy Yarnell y los más de 300 miembros del equipo de Earthwatch que ayudaron a la recolección de datos. También queremos hacer un reconocimiento a los miembros del Grupo Marino que continúa trabajando con eficazmente para la protección de las tortugas en BLA: Joel Prieto, Guillermo Smith, Francisco Verdugo y Ramón Verdugo. Este trabajo fue auspiciado por el Instituto Earthwatch, la Fundación de Investigación Wallace, la Fundación PADI, la Universidad Atlántica de Florida, la Universidad de Columbia Británica, la Universidad de Arizona, el Centro Archie Carr para la Investigación sobre Tortugas Marinas de la Universidad de Florida, y el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de los Estados Unidos. Las investigaciones fueron autorizadas por la SEMARNAP (permisos #150496-213-03, #260507-213-03, #190698-213-03, #280499.213.03, y #28.07.00.213.03) y la SEMARNAT (permiso # SGPA/DGVS/002).

Resumen

Desde hace mucho tiempo se sabe que Bahía de los Ángeles es un área importante para las tortugas marinas. Sus diversos tipos de hábitat que incluyen arrecifes rocosos, bosques de invertebrados bentónicos de aguas profundas, praderas de algas marinas y playas de arena, proporcionan habitaos críticos tanto para su alimentación como para su anidación. De las siete especies de tortugas marinas del mundo, cinco concurren en el área: la tortuga prieta (*Chelonia mydas*), la tortuga perica (lora, amarilla o jabalina; *Caretta caretta*), la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga de carey (*Eretmochelys imbricata*), y la tortuga siete filos o laúd (*Dermochelys coriacea*). Las poblaciones locales de todas ellas han sido diezmadas con relación a sus niveles históricos. Su declive se debe a la sobreexplotación de huevos y tortugas en zonas de anidación distantes, la pesca local de tortugas, la pesca incidental asociada a otras pesquerías y, en menor medida, a la degradación de sus hábitats marinos y de anidación. En este capítulo se realiza un recuento de la historia de la pesquería de tortuga en el área, desde su captu-

Copyrighted material

ra comercial legal hasta su tráfico en el mercado negro. También se describe la historia de la investigación científica en el área, el conocimiento biológico de las tortugas resultante, y el estado poblacional de cada especie. También se sugieren varias alternativas de conservación tendientes a promover la recuperación de las poblaciones locales de estos organismos.

Abstract

Bahía de los Ángeles has long been known as an important area for sea turtles. Diverse habitats, including rocky reefs, deep-water benthic invertebrate forests, marine algae pastures, and sandy beaches, provide critical habitat for both foraging and nesting activity. Of the seven species found worldwide, five occur in this area: the green turtle (also known as the black turtle, *Chelonia mydas*), the loggerhead turtle (*Caretta caretta*), the olive ridley (*Lepidochelys olivacea*), the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*), and the leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). Local populations of all five species are depleted relative to historic levels. The declines are due to overexploitation of eggs and turtles at distant nesting areas, the hunting of turtles locally, incidental mortality relating to marine fisheries and, to a lesser extent, degradation of marine and nesting habitats. In this chapter, we track the history of sea turtle harvest in the area: from commercialized legal hunting to black market trade. We also describe the history of scientific research in this area, the resulting biological knowledge of sea turtles, and the current status of each species. A number of conservation alternatives that will promote the recovery of local sea turtle stocks are provided.

Referencias

Agler WE. 1913. Green turtles in lower California. In: US Bureau of Foreign and Domestic Commerce, Daily Consular and Trade Reports, No. 55. March 6. Pp. 1181.

Alvarado-Díaz J, Delgado-Trejo C, Suazo-Ortuño I. 2001. Evaluation of black turtle project in Michoacan, México. *Mar. Turtle Newslet.* 92: 4–7.

Angermeier WF, Reséndiz S, Hidalgo A. 1996. Food-rewarded operant learning and memory in the East Pacific green turtle. *Mar. Turtle Newslet.* 75: 4–6.

Copyrighted material

Aschmann H (ed.). 1966. The natural and human history of Baja California – from manuscriptsby Jesuit missionaries in the Decade 1752–1762. En: W Witzell (ed.). 1983. *Synopsis of biological data on the hawksbill turtle* Eretmochelys imbricata *(Linnaeus, 1766).* FAO Fisheries Synopsis 137, 78 pp.

Averett WE. 1920. Lower California green turtle fishery. Pacific Fishermen 18: 24–25.

Bowen BW, Abreu-Grobois FA, Balazs GH, Kamezaki N, Limpus CJ, Ferl RJ. 1995. Trans-Pacific migrations of the loggerhead sea turtle demonstrated with mitochondrial DNA markers. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 92: 3731–3734.

Caldwell DK. 1962a. Carapace length-body weight relationship and size and sex ratio of the northeastern Pacific green turtle, *Chelonia mydas carrinegra*. *Los Angeles City Mus. Contrib. Sci.* 62: 3–10

Caldwell DK. 1962b. Sea turtles in Baja California waters (with special reference to those of the Gulf of California), and the description of a new subspecies of north-eastern Pacific green turtle. *Los Angeles County Mus. Contrib. Sci.* 61: 1–31.

Caldwell DK. 1963. The sea turtle fishery of Baja California, Mexico. *Calif. Fish Game* 49: 140–151.

Caldwell DK, Caldwell MC. 1962a. The black 'steer' of the Gulf of California. *Los Angeles County Museum of Science and History Quarterly* 1:1962.

Caldwell MC, Caldwell DK. 1962b. Factors in the ability of the northeastern Pacific green turtle to orient toward the sea from the land, a possible coordinate in long-range navigation. *Los Angeles County Mus. Contrib. Sci.* 60: 1–27.

Cantú JC, Sánchez ME. 2000. Tráfico Ilegal de Tortugas Marinas en México, Situación Histórica y Actual. Mexico City: Investigación de TEYELIZ, AC, 28 pp.

Carr A. 1987. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Cons. Biol.* 1: 103

Carr A, Meylan AB. 1980. Evidence of passive migration of green turtle hatchlings in Sargassum. *Copeia* 1980: 366–368.

Castelán-Martínez HE. 2004. Detección de herpesvirus mediante PCR en tortugas marinas habitantes en aguas costeras de la península de Baja California. Undergraduate Thesis, UABCS, La Paz, BCS.

Chaloupka MY, Musick JA. 1997. Age, Growth, and Population dynamics. En: PL Lutz, JA Musick (eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton. Pp. 233–276.

Chan EH. 1996. Decline of the leatherback population in Terengganu, Malaysia 1956–1995. *Chelonian Cons. Biol.* 2:196–203.

Copyrighted material

Chávez M. 1989. Presencia de tortuga carey, *Eretmochelys imbricata*, en Playa Platanitos, Nayarit, México. En: Memorias del VI Encuentro Interuniversitario Mexicano sobre Tortugas Marinas. UNAM. 7–10 de julio de 1989. Pp. 28–29.

Cliffton K, Cornejo DO, Felger RS. 1982. Sea turtles of the Pacific coast of Mexico. En: KA Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian Institution Press, Washington, DC. Pp. 199–209.

Craig JA. 1926. A new fishery in Mexico. Calif. Fish Game 12: 166–169.

Delgado S, Nichols WJ. 2005. Saving sea turtles from the ground up: Awakening sea turtle conservation in northwestern Mexico. En: J Frazier (ed.), *Marine Turtles as Flagship Species*. University of Amsterdam Press.

Eckert SA, Eckert KL, Ponganis P, Kooyman GL. 1989. Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). *Can. J. Zool.* 67: 2834–2840.

Faulk OB (ed.). 1969. Derby's Report on the Opening of the Colorado 1850–1851. University of New Mexico Press, Albuquerque, NM.

Felger RS, Moser SB. 1985. *People of the Desert and Sea: Ethnobotany of the Seri Indians*. University of Arizona Press, Tucson, AZ, 438 pp.

Felger RS, Nichols WJ, Seminoff JA. 2005. Sea turtles in Northwestern Mexico: Conservation, ethnobiology, and desperation. En: J-LE Cartron, G Ceballos, RS Felger (eds.), *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northwestern Mexico*. Oxford University Press, New York. Pp. 405–424.

Figueroa A, Alvarado J, Hernández F, Rodríguez G, Robles J. 1993. The ecological recovery of sea turtles of Michoacán, México. Special attention to the black turtle (*Chelonia agassizi*). Final Report to WWF-USFWS, Albuquerque, 96 pp.

Fitzgerald SL. 2004. Los metales pesados en cuatro especies de tortugas marinas de BajaCalifornia, México. Master's Thesis, CIBNOR, La Paz, BCS.

Fritts TH, Stinson M, Márquez R. 1982. Status of sea turtle nesting in southern Baja California, Mexico. *Bull. Sout. Calif. Acad. Sci.* 81: 51–60.

García A, Ceballos G, Adaya R. 2003. Intensive beach management as an improved sea turtle conservation strategy in Mexico. *Biol. Cons.* 111: 253–261.

Gardner SC, Nichols WJ. 2001. Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, BCS, Mexico. *Chelon. Cons. Biol.* 4: 197–199.

Gardner SC, Juarez, JA, Fitzgerald SL. En prensa. Contaminants in sea turtles from Baja California, Mexico. *Proceedings of the 25th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. Savannah, Georgia USA.

Copyrighted material

Grismer LL. 2002. *Amphibians and reptiles of Baja California*. University of California Press, Berkeley.

Heath ME, McGinnis SM. 1980. Body temperature and heat transfer in the green sea turtle, *Chelonia mydas*. *Copeia* 1980: 767–773.

Hilton-Taylor C. 2000. *IUCN Red List of Threatened Species*. Gland, World Conservation Union, 61 pp.

Jones T, Seminoff JA, Reséndiz A, Lutz P. 2005. Energetics of the East Pacific green turtle at a Gulf of California foraging habitat. In: M. Coyne (comp.), Proceedings of the Twenty-first Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-528. Pp. 198–200.

Kamezaki N, Matsuzawa Y, Abe O *et al.* 2003. Loggerhead turtles nesting in Japan. En: A Bolten, B Witherington (eds.), *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington DC. Pp. 210–217.

Lewison RL, Freeman SA, Crowder LB. 2004. Quantifying the effects of fisheries on threatened species: the impact of pelagic longlines on loggerhead and leatherback sea turtles. *Ecol. Lett.* 7: 221–231.

López-Castro MC, Carmona R, Nichols WJ. 2004. Nesting characteristics of the olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*) in Cabo Pulmo, southern Baja California. *Mar. Biol.* 145: 811–820.

Márquez MR. 1984. Opinion sobre cuotas y franquicias de tortugas marinas, temporada de tortugas marinas. Instituto Nacional de Pesca, Mexico, 17 pp.

Márquez R. 1990. FAO *Species Catalog: Sea Turtles of the World*. FAO Fisheries Synopsis No. 125, Vol. 11. Rome, Italy, 81 pp.

Márquez R, Doi T. 1973. Ensayo teórico sobre el analisis de la poblacion de tortuga prieta, *Chelonia mydas carrinegra* Caldwell, en aguas del Golfo de California, México. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 73: 1–22.

Márquez R, Peñaflores C, Vasconcelos J. 1996. Olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) show signs of recovery at La Escobilla, Oaxaca. Mar. *Turtle Newslett.* 73: 5–7.

Márquez R, Villanueva A, Peñaflores C. 1981. Anidación de la tortuga laúd *Dermochelys coriacea schlegelli* en el Pacífico mexicano. *Cienc. Pesq.* 1: 45–52

Márquez R, Jimenez J, Carrasco MA, Villanueva NA. 1998. Comments on the populations trends of sea turtles of the *Lepidochelys* genus, after total ban of 1990. *Oceanides* 13: 41–62.

Márquez-M R, Carrasco-A M, Jiménez MC. 2002. The marine turtles of Mexico: An update. In: I Kinan (ed.), *Proceedings of the Western Pacific Sea Turtle Cooperati-*

Copyrighted material

ve Research and Management Workshop. WESTPAC, Honolulu, Hawaii. Pp. 281–285.

McDermott A, Seminoff JA, Jones TT, Reséndiz A. En Prensa. Intake and passage time for green turtles in the Gulf of California: preliminary development of a digestive model. En: *Proceedings of the Twenty-third Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*, Kuala Lumpur, Malaysia. 17–21 March 2003.

Musick JA, Limpus CJ. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: PL Lutz, JA Musick (eds.), *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton. Pp. 137–163.

Nichols WJ. 2003a. Biology and conservation of the sea turtles of Baja California. Unpubl. Ph. D. Dissertation. University of Arizona, Tucson.

Nichols WJ. 2003b. Sinks, sewers, and speed bumps: the impact of marine development on sea turtles in Baja California, Mexico. En: JA Seminoff (comp.), *Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503. Pp. 17–18.

Nichols WJ, Seminoff JA, Reséndiz A, Dutton P, Abreu-Grobois FA. 1999. Using molecular genetics and biotelemetry to study life history and long distance movement: A tale of two turtles. In: FA Abreu-Grobois, R Briseño-Dueñas, R Márquez-Millan, L Sarti-Martínez (comps.), Proceedings of the Eighteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFC-436. Pp. 102–103.

Nichols WJ, Reséndiz A, Seminoff JA, Reséndiz B. 2000. Transpacific loggerhead turtle)migration monitored with satellite telemetry. *Bull. Mar. Sci.* 67: 937–947.

Nichols WJ, Brooks L, Lopez M, Seminoff JA. 2001. Record of pelagic east Pacific green turtles associated with *Macrocystis* mats near Baja California Sur, Mexico. *Mar. Turtle Newslett.* 93: 10–11.

Nichols WJ, Aridjis H, Hernandez A, Machovina B, Villavicencio J. 2002. Black market sea turtle trade in the Californias. Unpublished Wildcoast Report. Davenport, California.

O'Donnell DJ. 1974. Green turtle fishery in Baja California waters: history and prospect. Unpubl. M.S. Thesis. California State University, Northridge, 119 pp.

Olguín-Mena M. 1990. Las tortugas marinas en la costa oriental de Baja California y costa Occidental de Baja California Sur, México. MS. Thesis. UABCS, La Paz, Mexico, 74 pp.

Paladino FV, O'Connor MP, Spotila JR. 1990. Metabolism of leatherback turtles: gigantothermy and thermoregulation of dinosaurs. *Nature* 344: 858–860.

Copyrighted material

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA. 1996a. Brown algae (Phaeophyta) from Bahía de los Angeles, Gulf of California, Mexico. *Hydrobiologia* 326/327: 169–172.

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA. 1996b. Green algae (Chlorophyta) from Bahía de los Ángeles, Gulf of California, Mexico. *Bot. Mar.* 39: 431–433.

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA. 1996c. The commercially valuable seaweeds of the Gulf of California. *Bot. Mar.* 1: 201–206.

Pacheco-Ruiz I, Zertuche-González JA, Chee-Barragán A, Blanco-Betancourt R. 1998. Distribution and quantification of *Sargassum* beds along the West Coast of the Gulf of California, Mexico. *Bot. Mar.* 41: 203–208.

Pacheco-Ruíz I, Zertuche-González JA, Arellano-Carbajal F, Chee-Barragán A, Correa-Díaz F. 1999. *Gracilariopsis lemaneiformis* beds along the West Coast of the Gulf of California, Mexico. *Hydrobiologia* 398/399: 509–514.

Peckham SH, Nichols WJ. 2003. Why did the turtle cross the ocean? Pelagic red crabs and loggerhead turtles along the Baja California coast. En: JA Seminoff (comp.), *Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503. Pp. 47–48.

Pesenti C, Nichols WJ. 2002. Signs of Success: Fourth Annual Meeting of the Sea Turtle Conservation Network of the Californias (Grupo Tortuguero de las Californias). *Mar. Turtle Newslett.* 97 :14–16.

Poder Ejecutivo Federal. 1990. Acuerdo por el que se establece veda para las especies y subespecies de tortuga marina en aguas de jurisdicción Federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como en las costas del Océano Pacífico, incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación. México. 28 de mayo de 1990.

Presti S, Reséndiz A, Sollod A, Seminoff JA. 1999. Mercury presence in the scutes of black sea turtles, *Chelonia mydas agassizii*, in the Gulf of California. *Chelonian Cons. Biol.* 3: 531–533.

Ramírez-Cruz JC, Peña-Ramírez I, Villanueva-Flores D. 1991. Distribución y abundancia de la tortuga perica, *Caretta caretta* Linnaeus (1758), en la costa occidental de Baja California Sur, México. *Archelon* 1: 1–4.

Reséndiz-Hidalgo A. 1986. Marine turtles in the Gulf of California. En: *Bahía de los Ángeles*, Glendale Community College Educational Series No. 1.

Reséndiz-Hidalgo A, Hernández JL. 1993. Black turtles confiscated, released. *Mar. Turtle Newslett.* 62: 6–8

Reséndiz-Hidalgo A, Jiménez-de-Reséndiz B. 1994. Mexican Turtle Center displays sea turtles. *Mar. Turtle Newslett.* 67: 28.

Copyrighted material

Reséndiz A, Reséndiz B, Nichols WJ, Seminoff JA, Kamezaki N. 1998. First confirmation of a trans-Pacific migration of a tagged loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*), released in Baja California. *Pac. Sci.* 52: 151–153.

Reséndiz A, Jiménez-de-Reséndiz B, Seminoff JA, Nichols WJ. 1999. Research and management of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, at the CRIP Sea Turtle Research Station, Bahía de los Ángeles, Baja California, México. In: FA Abreu-Grobois, R Briseño-Dueñas, R Márquez-Millán, L Sarti-Martínez (comps.), *Proceedings of the Eighteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-436. Pp. 145–146.

Secretaría de Industria y Comercio. *ca.* 1968. Programa Nacional de Marcado de Tortugas Marinas. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas. Comision Nacional Consultive de Pesca, Mexico.

Seminoff JA. 1994. Conservation of the marine turtles of Mexico: A survey of nesting beach conservation projects. Unpublished M.S. Thesis. University of Arizona, Tucson, 185 pp.

Seminoff JA. 2000. The biology of the East Pacific green turtle (*Chelonia mydas agassizii*) at a warm temperate foraging area in the Gulf of California, Mexico. Doctoral Dissertation. University of Arizona, Tucson, 248 pp.

Seminoff JA, Dutton PH. En prensa. Leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) in the Gulf of California: distribution, demography, and human interactions. *Chelonian Conservation and Biology.*

Seminoff JA, Nichols WJ, Reséndiz A. 2000. Natural History Notes: *Chelonia mydas agassizii* (East Pacific Green Turtle), Diet. *Herpetological Rev.* 31: 103.

Seminoff JA, Reséndiz A, Nichols WJ. 2002a. Home range of the green turtle (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging ground in the Gulf of California, México. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 242: 253–265.

Seminoff JA, Reséndiz A, Nichols WJ. 2002b. Diet of the East Pacific green turtle, *Chelonia mydas*, in the central Gulf of California, México. *J. Herpetology* 36: 447–453.

Seminoff JA, Reséndiz A, Nichols WJ, Jones TT. 2002c. Growth rates of wild green turtles (*Chelonia mydas*) at a temperate foraging habitat in the Gulf of California, México. *Copeia* 2002: 610–617.

Seminoff JA, Alvarado J, Delgado C, Lopez JL, Hoeffer G. 2002d. First direct evidence of migration by an East Pacific green sea turtle from Michoacán, México, to a foraging ground on the Sonoran Coast of the Gulf of California. *Southwestern Naturalist* 47: 314–316.

Copyrighted material

Seminoff JA, Karl S, Swartz T, Reséndiz, A. 2003a. Hybridization of the green turtle (*Chelonia mydas*) and the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Pacific Ocean: Indication of an absence of gender bias in the directionality of crosses. *Bull. Mar. Sci.* 73: 643–652.

Seminoff JA, Jones TT, Reséndiz A, Nichols WJ, Chaloupka MY. 2003b. Monitoring green turtles (*Chelonia mydas*) at a coastal foraging area in Baja California, Mexico: multiple indices describe population status. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 83: 1355–1362.

Seminoff JA, Nichols WJ, Reséndiz A, Brooks L. 2003c. Occurrence of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, near Baja California. *Pac. Sci.* 57: 9–16

Seminoff JA, Reséndiz A, Reséndiz B, Nichols WJ. 2004. Occurrence of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Gulf of California, Mexico: evidence of life-history variation in the Pacific Ocean. *Herpetological Rev.* 35: 24–27.

Seminoff JA, Jones TT, Marshall GH. En prensa. Underwater behavior of green turtles monitored with video-time-depth recorders: what's missing from dive profiles? *Marine Ecology Progress Series.*

Sifuentes I. 2004. Caracterización parcial de vitelogenina de *Chelonia mydas agassizii* y validación de un ensayo inmunoenzimatico (ELISA) para su detección en plasma como potencial biomarcador de xenoestrógenos. Master's Thesis, CIBNOR, La Paz, BCS, Mexico.

Spotilla JR, Reina RD, Steyermark AC, Plotkin PT, Paladino FV. 2000. Pacific leatherback turtles face extinction. *Nature* 405: 529–530.

Uchida I, Nishiwaki M. 1982. Sea turtles in the waters adjacent to Japan. En: KA Bjorndal (ed.), *Biology and Conservation of Sea Turtles.* Smithsonian Inst. Press. Washington DC. Pp. 317–319.

Valdivia-Jiménez PA. 2003. Metabolismo oxidativo asociado a la presencia de tumores en tortugas marinas. Master's Thesis, CIBNOR, La Paz, BCS, Mexico.

Witzell W. 1983. *Synopsis of biological data on the hawksbill turtle* Eretmochelys imbricata *(Linnaeus, 1766).* FAO Fisheries Synopsis 137, 78 pp.

Comunicaciones personales

Alvarado J
Briceño R
Delgado C

Copyrighted material

Fisler S
Fueyo Luis. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
Nabhan G
Sánchez J
Sarti L
Savín de Smith F
Suzuki Y
Urbán Ruth
Verdugo F

Copyrighted material

17 *Herpetofauna terrestre*

Robert E Lovich y Clark R Mahrdt

Introducción

El Mar de Cortés, o Golfo de California y sus islas han atraído desde hace mucho el interés de los naturalistas (Barragán y Tejeda 1988, Lindsay y Engstrand 2002). A pesar de tal atracción el interés ha menguado por lo remoto del área, la general falta de acceso y otras dificultades asociadas con el viaje a esta aislada región. Desde la reciente creación de la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y canales de Ballenas y Salsipuedes (RBBLA), no se ha concluido un estudio sistemático formal de la herpetofauna. Aquí presentamos la información acumulada en trabajos regionales como los de Van Denburgh (1895, 1922), Schmidt (1922), Soulé y Sloan (1966), y Grismer (2002). Con la terminación de la Carretera Transpeninsular y el camino pavimentado a BLA, más herpetolólogos contemporáneos han tenido acceso a esta antes aún más remota área y llevado a cabo estudios adicionales. Las islas dentro de esta nueva reserva de la biosfera han servido como modelos para la investigación de la evolución y biodiversidad porque no están mayormente alteradas por el hombre, y varían en antigüedad, tamaño y origen geológico en comparación con los hábitats terrestres. Las islas dentro de BLA son ahora parte de la RBBLA e incluyen la segunda isla más grande del Golfo de California, Isla Ángel de la Guarda (895 km^2), e islas menores cuyo tamaño

Copyrighted material

varía desde 0.5 km^2 hasta 8.5 km^2. Los hábitats en la región permanecen poco afectados por la intrusión humana y los impactos antropogénicos, resaltando la importancia de la conservación de la región como un tesoro nacional y biológico.

Métodos

La RBBLA ha sido bien estudiada por herpetólogos a partir de Van Denburgh (1895). A pesar de su relativa lejanía a otras regiones de Baja California, con el tiempo se han acumulado observaciones debido a que la región es un área relativamente accesible del litoral costero del desierto central de Baja California, tiene varias islas de fácil acceso entre ellas y un limitado impacto antropogénico. Aunque no se han realizado estudios amplios y de largo plazo sobre reptiles y anfibios, la RBBLA ha sido incluida en el muestreo para estudios enfocados a ciertas especies en particular. Gran parte de lo que se sabe sobre la región es resultado del estudio general de datos recolectados sobre un área mayor. Este capítulo es el resultado de toda la información publicada disponible junto con información de estudios de la herpetofauna del área de conservación. Para su extenso tratado sobre herpetofauna de la Baja California, Grismer (2002) realizó amplias recolecciones herpetológicas, y su trabajo proporciona descripciones e identificaciones, relaciones taxonómicas, distribución e historia natural para todas las especies dentro de esta área de conservación.

Aquí presentamos un resumen de la investigación histórica y reciente sobre el estado, la ecología y la historia natural de las especies, y recomendaciones para su conservación en la RBBLA y sus islas asociadas en el Golfo de California. La información proviene de las notas de campo no publicadas del autor, de toda la información disponible en estudios sobre herpetofauna realizados en el área de conservación y del trabajo de autores anteriores.

Historia de la investigación y de la exploración herpetológica

Observando que "la Península de Baja California se ubica tan lejos de las rutas de viaje usuales que pocos de sus ejemplares animales han llegado a los museos", Van Denburgh (1895) publicó la primera reseña general de la her-

Copyrighted material

petofauna de Baja California. En ella reporta sólo dos especies de Isla Ángel de la Guarda, en la RBBLA: *Sauromalus hispidus* y *Crotalus mitchellii*. La región permaneció desconocida por mucho tiempo hasta que a principios de 1911, en un esfuerzo conjunto de la Oficina de Pesca de los Estados Unidos, el Museo Americano de Historia Natural, la Sociedad Zoológica de Nueva York, el Jardín Botánico de Nueva York y el Museo Nacional de lod Estados Unidos, se emprendió la Expedición Albatros (Townsend 1916). Ésta fue la primera de este tipo enfocada a la recolección de mamíferos, aves, reptiles y peces de la Península de Baja California y de las islas del Pacífico y el Golfo de California. Durante esta expedición fueron recolectados un total de 448 especimenes de reptiles de 47 especies. Veintitrés nuevas especies fueron descritas posteriormente (Dickerson 1919), dos de ellas (*Callisaurus plasticus* y *C. splendidus*, ambas = *C. draconoides*) de la región de RBBLA. Siete de las 23 especies de lagartijas recolectadas provenían de las Grandes Islas en el centro del Golfo de California. Schmidt (1922) publicó el primer análisis amplio de la geografía y la fauna para anfibios y reptiles de Baja California y las islas del Pacífico y Golfo de California en base a las recolecciones de la Expedición Albatros de 1911 y otros especimenes. Schmidt (1922), cuestionando la taxonomía de Dickerson, reconoció once especies de anfibios y 125 de reptiles en su análisis, incluyendo 34 especies de dieciséis diferentes islas del golfo. Sólo ocho especies de las dos islas dentro de la RBBLA (Ángel de la Guarda y Salsipuedes) fueron discutidas por Schmidt. En 1921 la Expedición Silver Gate de la Academia de Ciencias de California (Slevin 1923) visitó la mayoría de las islas del Golfo de California, ampliando significativamente a nuestro conocimiento sobre las Islas Ángel de la Guarda, Granito, Rasa, Mejía, Partida Norte, Salsipuedes, San Lorenzo Norte, San Lorenzo Sur y Smith, dentro de la RBBLA, y los resultados fueron publicados por Van Denburgh y Slevin (1921), y en un trabajo monumental de dos volúmenes por Van Denburgh (1922). A la fecha, los trabajos de Schmidt y Van Denburg, y más recientemente el de Grismer (2002), son las descripciones más completas y exhaustivas de la herpetofauna de Baja California.

En las décadas siguientes, la Expedición Sefton-Stanford Gulf en 1952, la Expedición Belvedere en 1962, (la Expedición Mar de Cortés 1964, CAS/SDNHM y Biología de las lagartijas insulares de la expedición del Golfo de California 1964) y la Expedición Islas del Golfo en 1966 (Lindsey 1952, 1962,

Copyrighted material

1966) visitaron varias islas dentro de la región de BLA (Ángel de la Guarda, Pond, Mejía, Granito, San Lorenzo Sur, San Lorenzo Norte, Salsipuedes, Rasa, Partida Norte) y la costa del golfo desde el sur de BLA hasta punta San Francisquito. Estas expediciones fueron para realizar un estudio tan completo como fuera posible de la herpetofauna de las islas del golfo y para rastrear los orígenes y la relación en la evolución entre la herpetofauna insular y la peninsular. Los resultados de estas expediciones se publicaron como importantes contribuciones al conocimiento sobre la distribución, taxonomía y biogeografía de la herpetofauna de la RBBLA (Cliff 1954a, b; Savage 1960; Klauber 1963; Dixon 1966; Soulé y Sloan 1966). Las recolecciones previas realizadas por Tevis (1944) y Murry (1955) aportaron notas adicionales sobre la distribución de los anfibios y los reptiles existentes en la región de BLA. El avance en el estudio de la herpetofauna de la región de BLA se reflejó en posteriores listados (Murphy y Ottley 1983, 1984; Grismer 1999a, 2002; Case *et al.* 2002), estudios sobre sistemática y taxonomía (Tanner 1943; Shaw 1945; Soulé 1967; Wilson 1971; Blaney 1977; Case 1982, 1983; Grismer y Ottley 1988; Mcguire 1996; Hollingsworth *et al.* 1997; Upton y Murphy 1997; Hollingsworth 1998; Aguirre-L *et al.* 1999; Grismer 1999b; Grismer *et al.* 2002), origen y evolución (Ballinger y Tinkle 1972; Robinson 1974; Murphy 1975; 1983a, b; Case 1978; Wright 1993; Grismer 1994a, b, c, d, 1999b, 2002; Petren y Case 1997), biogeografía (Case y Bolger 1991), comportamiento y ecología (Case 1975, 1982, 1983; Sylber 1988; Grismer y Edwards 1988; Hollingsworth y Mellink 1996), y conteos generales de especies (Grismer *et al.* 1995, Lawler *et al.* 1995).

Herpetofauna de la Reserva de la Biosfera en BLA

Tras toda esta historia de investigación y exploración, nuestro conocimiento actual de la región de BLA incluye un total de tres anfibios y 45 reptiles (nueve de los cuales son especies endémicas insulares; tabla 1) que representan aproximadamente 30 % de la herpetofauna conocida de la Baja California y sus islas asociadas en el Pacífico y el golfo, y que han sido encontradas dentro de la RBBLA. Entre los factores que han contribuido a esta diversidad están las numerosas islas que se encuentran localizadas muy cerca del territorio peninsular de Baja California, su extraordinaria variedad geológica y de há-

Copyrighted material

bitats, y la extrema aridez de la región. En la RBBLA hay representadas 48 especies de anfibios y reptiles (tabla 1). Los anfibios están representados por 2 familias y 3 especies, mientras que la clase de los reptiles está representada por 11 familias y 45 especies. Mientras que en las islas de la RBBLA no habita ningún anfibio, existen 21 especies de reptiles conocidas en ellas, incluyendo 8 especies endémicas insulares, y la introducida *Sauromalus varius* en Isla Roca Lobos (Hollingsworth *et al.* 1997). La herpetofauna de esta región está dominada por reptiles. Debido a la extrema aridez y a la falta de hábitats de agua dulce, la diversidad de anfibios es baja. En la tabla 1 se enlista un desglose taxonómico de la herpetofauna de la RBBLA.

Biogeografía histórica y evolución

La región de BLA es parte de la segunda península más larga del mundo, una península creada por la actividad geológica durante los últimos 4–8 millones de años (Stock y Hodges 1989, Oskin *et al.* 2001, Carreño y Helenes 2002). La evolución de la herpetofauna de la RBBLA es tan compleja como el origen de su paisaje. Las 49 especies presentes en el área se derivan de poblaciones de todas partes de la región. Las islas de la RBBLA comparten los complejos orígenes geológicos que formaron los paisajes peninsulares, pero han pasado por la colonización de diferentes especies y sucesiones. Algunas de las especies se derivan del vecino territorio continental de México, mientras otras han venido del desierto del suroeste de los Estados Unidos o de áreas del noroeste de Baja California y sur de California (Grismer 2002, 1994a). Los orígenes de los anfibios y reptiles de la Península de Baja California y sus islas se remontan a diferentes épocas, desde el Mioceno hasta nuestros días. Grismer (2002) explica las especies de herpetofauna de la Baja California con base en 8 modelos diferentes. Las formas peninsulares (38 de las 49 especies totales) dentro de RBBLA son un reflejo de seis de ocho de estos modelos de dispersión biogeográfica, lo que evidencia la diversidad de hábitats contenidos dentro de la gran RBBLA. Solamente las especies derivadas del Río Colorado y del complejo Chaparral-Bosque Abierto Madreano no están representadas en la RBBLA. Las especies endémicas insulares también son diversas ya que 35% de todos los reptiles de Baja California son especies endémicas de las islas oceánicas en el Mar de Cortés (Case *et al.* 2002). En

Copyrighted material

contraste con aquellas especies cuyo origen se considera evolutivo, la mayoría (10 de las 38 especies peninsulares) tuvieron un origen biogeográfico desconocido (Grismer 2002). Los siguientes dos modelos con mayor influencia son los complejos de sucesión Plioceno Norte y Mioceno Sureño con nueve especies cada uno. La conectividad y el mantenimiento de corredores viables de hábitats al norte y sur de la RBBLA es importante para la persistencia de largo plazo de los corredores biogeográficos que dieron lugar a la mayoría de la herpetofauna de la región.

Hábitat en la región de BLA

El habitat en la región de BLA corresponde al Desierto Sonorense (Shreve y Wiggins 1964) e incluye dos regiones fitogeográficas bien definidas: La predominante Región del Bajo Valle del Colorado que se extiende del norte hasta un poco al sur de BLA, y la angosta franja desértica de la Región Costera del Golfo Central que comienza cerca de BLA y se extiende al sur a lo largo de la costa del golfo hasta el Istmo de La Paz. La elevación varía desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1800 m en el Cerro La Sandía. El clima en la región se caracteriza por temperaturas medias anuales altas y poca precipitación. Las tormentas de invierno y los monzones de verano contribuyen en gran medida a la precipitación anual. En tanto que toda el área es parte de la biogeografía del bajo Desierto Sonorense, la región comprende gran variedad de hábitats desérticos que incluyen arroyos desérticos, chaparrales de abanicos aluviales, laderas rocosas, oasis y hábitats costeros. La porción de tierra firme consta de los taludes de la Cordillera Peninsular que ven hacia el este y que conforman la Península de Baja California. La estructura del hábitat tanto en la península como en las islas está más relacionada con sus orígenes geológicos y edáficos, por tanto no está íntimamente asociada a la distribución de las especies.

La herpetofauna en la región varía tanto como su ecogeografía y biogeografía. La herpetofauna peninsular de la región de BLA tiene orígenes que representan 8 de las 12 categorías ecogeográficas resumidas por Grismer (1994a, 1994b, 2002). Veintidós de las 39 especies son saxicolas (ej. *Sauromalus obesus*, *Petrosaurus mearnsi*, *Petrosaurus repens*, y *Coleonyx switaki*) mientras que otras son de hábitats más generalizados como las listados

Copyrighted material

como ubicuas (ej. *Uta stansburiana*, *Aspidosceles tigris*, *Lampropeltis getula* y *Crotalus ruber*). Debido a la aridez de la región, solamente tres especies peninsulares, todas anfibias (*Bufo boreas*, *Bufo punctatus*, y *Scaphiopus couchii*), y ninguna de las insulares, tienen afinidad con hábitats mésicos.

Se listaron once diferentes hábitats para las especies particulares de la región (tabla 2). Muchas de las especies tienen una relativa preferencia por asociaciones de hábitats conocidas, y fueron pocas las que se encontraron en de todas las categorías enlistadas (tabla 2). Por ejemplo, *Uta stansburiana*, *Aspidosceles tigris* y muchas serpientes se han encontrado en diversos habitats. Aunque ninguna de las especies enlistadas es conocida en todos los hábitats de la región, catorce de las 39 especies de la región utilizan la mitad o más de los hábitats disponibles. De hecho, 13 de todas las especies utilizan sólo dos de los hábitats disponibles, lo que es una clara indicación de qué tan especializadas son algunas especies de la herpetofauna en esta región.

El Cerro Bahía de los Ángeles es la localidad más al sur para *Pseudacris cadaverina*, y actualmente se presume extinta debido a las actividades de extracción de agua que eliminan su hábitat (Grismer y Mcguire 1993, Grismer 2002). En esta región y sus islas vecinas no existe agua superficial en forma de manantiales o filtraciones, ni vegetación riparia, ni extensiones de montañas elevadas que soporten bosques de coníferas o encinos, pero justo fuera de la región de BLA si hay importantes extensiones montañosas que son propicias para conservar especies encontradas a mayores elevaciones. Esto es interesante porque los hábitats de tierras altas y de montaña recientemente han aportado nuevas especies y registros (Grismer y Hollingsworth 2001), lo que destaca la necesidad de investigación adicional en las "aún no" investigadas tierras de Baja California. Por otra parte, mientras *Pseudacris cadaverina* ha sido reportada como exterminada de la RBBLA, no se han documentado otras extinciones de anfibios o reptiles en el área (Case *et al.* 2002).

Situación de las especies

La falta de estudios de largo plazo de las poblaciones de herpetofauna en la región de BLA dificulta la identificación de tendencias poblacionales y limita la valoración de su situación actual. Sin embargo, varios estudios recientes (Grismer 2002, Case 1982, Case *et al.* 2002) y observaciones de campo de

Copyrighted material

dos de los autores (CM y ED) indican que la mayoría de las especies existen. Aunque esto puede conducir a confiar en la opinión de que la RBBLA contiene una asociación de herpetofauna completa y saludable, algunas especies no han sido vistas durante algún tiempo. Tal es el caso de *Crotalus mitchellii* de la Isla Salsipuedes. Los datos disponibles en las fuentes antes citadas proporcionan información limitada pero valiosa sobre los reptiles y anfibios de la región, pero es evidente que hay más trabajo por hacer para lograr determinaciones más amplias acerca de las especies y poblaciones dentro de la región de BLA. Por ejemplo, el desarrollo de un plan de manejo de la reserva que incluya metas de inventarios de largo plazo y monitoreo de las poblaciones de anfibios y reptiles, sería un excelente manera de empezar.

La condición prolongadamente inalterada de BLA lleva a suponer que todas las especies de reptiles y anfibios en la región aún existen y se sostienen a sí mismas, a excepción de la extinción de *Pseudacris cadaverina* originada por los humanos antes mencionada. El taxón más estudiado en la región son los *chuckwallas* (*Sauromalus* sp; tabla 1). Case (1982) documentó fluctuaciones extremas en número de *Sauromalus hispidus* durante un período de 15 años en Isla Ángel de la Guarda. En 1978 contó 100 individuos vivos en sus sitios de muestreo, pero en 1991 tan sólo contó 5 individuos vivos de esta especie. Se planteó la hipótesis de que la sequía había sido la causante de la disminución observada. Tal vez no todos los reptiles insulares de la región experimenten declinaciones similares durante las sequías, pero Case (1982) demostró claramente el potencial de éstas en las fluctuaciones significativas y en las rápidas pérdidas de población. La chuckwalla (*Sauromalus varius*) de Isla San Esteban introducida en la Isla Roca Lobos se encuentra saludable y reproduciéndose (Hollingsworth *et al.* 1997, obs. no publicadas por CM). La introducción de esta especie en la Isla Roca Lobos fue reportada primero por Hollingsworth *et al.* (1997) con base en tres hembras adultas y 14 adultos capturados y liberados en salientes rocosas en el lado este de la isla el 31 de marzo de 1994 y el 8 de octubre de 1994, respectivamente. Visitas subsecuentes el 12 abril de 1995 (n = 11), el 22 de abril de 1998 (n = 18), el 4 de septiembre de 2005 (n = 6), y el 7 de septiembre de 2005 (n = 5) revelaron la presencia de 39 adultos y tres juveniles *S. varius*. La información histórica y los resultados de un estudio de monitoreo serán reportados en otra parte.

Copyrighted material

No se sabe bien la situación de la herpetofauna insular en la RBBLA. Al revisar la extinción de reptiles durante los últimos 10,000 años, Case *et al.* (1992) mostró que las islas han tenido más extinciones de reptiles que los continentes, y que los reptiles que se extinguen en las islas tuvieron típicamente mayor tamaño y largas historias de aislamiento que producen endemismo. Los seres humanos pueden tener un impacto dramático sobre las poblaciones insulares, no obstante los hábitats de las islas de la región no parecen muy afectados ya que su aridez extrema ha desanimado los asentamientos humanos (Aschmann 1959). Para saber si el futuro de las especies endémicas insulares está en riesgo se requieren esfuerzos de conservación que incluyan muestreos robustos y replicables, y monitoreos que permitan dar seguimiento a las tendencias poblacionales de las especies residentes.

Amenazas a los anfibios y reptiles dentro de la RBBLA

Cuando se considera la gran área de la RBBLA, parece que las amenazas a los reptiles y anfibios son mínimas. Considerada como un todo, ésta es una gran área con relativamente pocas zonas permanentemente desarrolladas. Sin embargo el futuro es incierto ya que se están realizando esfuerzos importantes para desarrollar la Baja California a través de actividades de recreación, minería, hoteles de descanso, agricultura y pastoreo. Sumados, los impactos de estas actividades serían significativos y podrían fragmentar las distribuciones continuas de especies actuales. El desarrollo de las islas es improbable ya que México ha protegido todas las islas del Mar de Cortés. Sin embargo, las autoridades federales consideran cada vez más las tierras peninsulares para incrementar su utilización y, con ellas, el desarrollo de la región. Cualquier impacto sobre las especies en esta región desértica puede ser magnificado por condiciones naturales como sequías, eventos de tormentas monzónicas, y el potencial de establecimiento de especies no nativas (ej. *Felis domesticus*, *Rattus spp.*, etc.) reconocidas por su impacto a la herpetofauna. La caza ilegal de especies de reptiles en la región de BLA para el comercio de mascotas es relativamente bien conocida, y ha sido documentada (Mellink 1994). Este comercio ilegal de la vida silvestre debería ser considerado inaceptable sin más consideración ni disimulo, y es ilegal. La recolección dentro de las islas de la región de BLA

Copyrighted material

Tabla 1. Anfibios y reptiles conocidos de la región de BLA e islas asociadas

Especies	Arroyos arenosos	Arroyos rocosos	Pendientes rocosas	Pendientes en talud
Amphibia				
Bufonidae				
Bufo boreas	×			
Bufo punctatus		×		
Pelobatidae				
Scaphiopus couchii	×			
Reptilia - Lizards				
Crotaphytidae				
Crotaphytus vestigium		×	×	
Crotaphytus insularis		×	×	×
Gambelia copeii	×			
Iguanidae				
Dipsosaurus dorsalis	×			
Sauromalis hispidus		×	×	
Sauromalis varius		×		×
Sauromalis obesus		×	×	
Phrynosomatidae				
Callisaurus draconoides	×	×		
Petrosaurus mearnsi			×	
Petrosaurus slevini			×	
Phrynosoma coronatum	×			
Sceloporus zosteromus	×	×	×	
Sceloporus orcutti		×	×	×
Urosaurus nigricaudus			×	
Uta stansburiana	×	×	×	×
Eublepharidae				
Coleonyx variegatus	×	×	×	
Coleonyx switaki			×	×
Gekkonidae				
Phyllodactylus partidus			×	
Phyllodactylus xanti		×	×	×
Teiidae				
Aspidosceles hyperythrus	×			
Aspidosceles tigris	×	×	×	
Aspidosceles canus		×	×	

Copyrighted material

Acantilados rocosos	Llanos abiertos rocosos	Llanos abiertos arenosos	Matorrales de arbustos de creosota	Habitats medios	Hábitats con vegetación densa	Dunas de arena
				×		
		×	×	×		
		×	×	×		
	×					
	×	×				
	×	×	×			
×						
×						
		×				
	×	×			×	
	×				×	
×	×	×	×	×	×	
	×	×	×		×	×
	×					
×						
		×				
	×	×	×	×	×	
	×					

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 1. Anfibios y reptiles conocidos de la región de BLA e islas asociadas (continúa)

Especies	Arroyos arenosos	Arroyos rocosos	Pendientes rocosas	Pendientes en talud
Xantusiidae				
Xantusia vigilis		×		
Reptilia - Snakes				
Leptotyphlopidae				
Leptotyphlops humilis	×	×		
Boidae				
Lichanura trivirgata		×	×	×
Colubridae				
Bogertophis rosaliae		×	×	×
Chilomeniscus stramineus	×	×		
Eridiphas slevini		×	×	×
Hypsiglena torquata		×	×	
Hypsiglena gularis			×	
Lampropeltis getula	×	×	×	×
Masticophis fuliginosus	×	×	×	
Phyllorhynchus decurtatus	×	×		
Pituophis vertebralis	×	×	×	×
Rhinocheilus lecontei		×	×	
Salvadora hexalepis				
Sonora semiannulata	×	×	×	
Tantilla planiceps		×	×	×
Trimorphodon biscutatus		×	×	×
Viperidae				
Crotalus lorenzoensis		×	×	
Crotalus ruber		×	×	×
Crotalus enyo		×	×	×
Crotalus angelensis		×	×	
Crotalus mitchelli	×	×	×	
Crotalus viridis		×	×	

Copyrighted material

Acantilados rocosos	Llanos abiertos rocosos	Llanos abiertos arenosos	Matorrales de arbustos de creosota	Habitats medios	Hábitats con vegetación densa	Dunas de arena
	×					
	×	×	×		×	×
	×			×	×	
	×			×	×	
	×	×				
	×			×	×	
	×				×	
	×					
	×	×	×	×	×	×
	×	×	×	×	×	×
	×	×	×			×
	×	×	×	×	×	×
	×		×		×	
		×	×	×	×	
	×	×				
	×			×	×	
	×					
	×					×
	×			×	×	
	×					
	×					
	×					
				×	×	

Copyrighted material

Tabla 2. Anfibios y reptiles de la región de BLA y sus respectivos habitats asociados

Especies	Tierra continental	Ángel de la Guarda	Bota	Cabeza de caballo	Cardinosa Este	Cerraja	Flecha	Granito	Lagartija	Rasa	Ventana	Mejía	Mitlán	Partida Norte	Pata	Piojo	Pond	Roca Lobos	Salispuedes	San Lorenzo Norte	San Lorenzo Sur	Smith
Amphibia																						
Bufonidae																						
Bufo boreas	×																					
Bufo punctatus	×																					
Pelobatidae																						
Scaphiopus couchi	×																					
Reptilia - Lizards																						
Crotaphytidae																						
Crotaphytus vestigium	×																					
Crotaphytus insularis		×																				
Gambelia copeii	×																					
Iguanidae																						
Dipsosaurus dorsalis	×	×																				
Sauromalis hispidus		×		×			×	×			×	×	×			×	×			×	×	×
Sauromalis varius																		×				
Sauromalis obesus	×																					

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 2. Anfibios y reptiles de la región de BLA y sus respectivos habitats asociados

Especies	Tierra continental	Ángel de la Guarda	Bota	Cabeza de caballo	Cardinosa Este	Cerraja	Flecha	Granito	Lagartija	Rasa	Ventana	Mejía	Mitlán	Partida Norte	Pata	Piojo	Pond	Roca Lobos	Salsipuedes	San Lorenzo Norte	San Lorenzo Sur	Smith
Phrynosomatidae																						
Callisaurus draconoides	×	×																				×
Petrosaurus mearnsi	×																					
Petrosaurus slevini		×										×										
Phrynosoma coronatum	×																					
Sceloporus zosteromus	×																					
Sceloporus orcutti	×																					
Urosaurus nigricaudus	×																					
Uta stansburiana	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Eublepharidae																						
Coleonyx variegatus	×	×																				
Coleonyx switaki	×																					
Gekkonidae																						
Phyllodactylus partidus					×									×								
Phyllodactylus xanti	×	×								×	×	×				×	×		×	×	×	×
Teiidae																						
Aspidosceles hyperythrus	×																					
Aspidosceles tigris	×	×			×									×			×					×
Aspidosceles canus																			×	×	×	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Tabla 2. Anfibios y reptiles de la región de BLA y sus respectivos habitats asociados

Especies	Tierra continental	Ángel de la Guarda	Bota	Cabeza de caballo	Cardinosa Este	Cerraja	Flecha	Granito	Lagartija	Raza	Ventana	Mejía	Mitlán	Partida Norte	Pata	Piojo	Pond	Roca Lobos	Salsipuedes	San Lorenzo Norte	San Lorenzo Sur	Smith
Xantusidae																						
Xantusia vigilis	×																					
Reptilia - Snakes																						
Leptotyphlopidae																						
Leptotyphlops humilis	×																					
Boidae																						
Lichanura trivirgata	×	×										×										
Colubridae																						
Bogertophis rosaliae	×																					
Chilomeniscus stramineus	×																					
Eridiphas slevini	×																					
Hypsiglena torquata	×	×										×							×		×	×
Hypsiglena gularis														×								
Lampropeltis getula	×	×																		×	×	
Masticophis fuliginosus	×																		×	×	×	
Phyllorhynchus decurtatus	×	×																				
Pituophis vertebralis	×																					
Rhinocheilus lecontei	×																					

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 2. Anfibios y reptiles de la región de BLA y sus respectivos habitats asociados

Especies	Tierra continental	Ángel de la Guarda	Bota	Cabeza de caballo	Cardinosa Este	Cerraja	Flecha	Granito	Lagartija	Raza	Ventana	Mejía	Mitlán	Partida Norte	Pata	Piojo	Pond	Roca Lobos	Salsipuedes	San Lorenzo Norte	San Lorenzo Sur	Smith
Salvadora hexalepis	×																					
Sonora semiannulata	×																					
Tantilla planiceps	×																					
Trimorphodon biscutatus	×																					
Viperidae																						
Crotalus lorenzoensis																					×	
Crotalus ruber	×	×															×					
Crotalus enyo	×																					
Crotalus angelensis		×																				
Crotalus mitchelli	×			×												×			×			×

Copyrighted material

puede ser especialmente dañina para las especies endémicas insulares que tienen menores poblaciones que sus contrapartes ampliamente extendidas en el territorio peninsular. Las plantas y animales exóticos constituyen una amenaza adicional.. Los gatos domésticos, así como las ratas, se han abierto camino en las islas y pueden dañar los ecosistemas locales, incluyendo la herpetofauna. Las especies invasivas de plantas también pueden causar daños, y se debería prestar atención al monitoreo de las especies exóticas, con objeto de erradicarlas o controlarlas antes de que su establecimiento se convierta en daños a los ecosistemas nativos.

Conservación de la región

Para lograr una conservación sustentable y de largo plazo de la herpetofauna dentro del área de BLA, debe hacerse un esfuerzo para mejorar nuestra comprensión de las especies presentes y su situación. Sin una amplia base de datos sobre la herpetofauna residente es probable que se tomen decisiones de manejo equivocadas y que las especies resulten afectadas negativamente. Un escenario ideal sería realizar estudios de línea de base, seguidos por monitoreos de largo plazo, logrando así obtener la información necesaria para tomar las mejores decisiones. Los esfuerzos de investigación deben ser incrementados mediante el análisis de datos publicados y no publicados, fotos catalogadas, notas de campo, ejemplares de museos y cualquier otra información adicional sobre la herpetofauna. La utilización de las fuentes de información existentes como las antes mencionadas en este capítulo, aunadas con nueva o más reciente información, sistemas de información geográfica, estudios genéticos, u otras herramientas de manejo ayudarían en la conservación de la herpetofauna en la región de BLA.

Las numerosas islas de la RBBLA son las joyas regionales de la conservación, y se consideran laboratorios evolutivos naturales en cuanto a que varían en edad y composición de especies. La conservación de estas tierras aisladas es de crucial importancia pues albergan ocho especies endémicas (tabla 1) y representan varias etapas de adaptación en millones de años de evolución (Grismer 1994a, b, c, d). La conservación de las poblaciones localizadas en las islas presenta diferentes puntos de discusión y preocupaciones a los conservacionistas ya que las islas están en mayor riesgo de una reduc-

Copyrighted material

Bogertophis rosaliae. Foto: Ron McPeak

Coleonyx variegatus. Foto Clark Mahrdt

Copyrighted material

Crotalus enyo enyo. Foto: Ron McPeak

Crotalus lorenzoensis. Foto: Clark Mahrdt

Copyrighted material

Lampropeltis getula. Foto: Clark Mahrdt

Lichanura trivirgata trivirgata. Foto: Ron McPeak

Copyrighted material

Petrosaurus mearnsi mearnsi. Foto. Ron McPeak

Phrynosoma coronatum. Foto: Clark Mahrdt

Copyrighted material

ción en sus flujos genéticos debido a la inmigración limitada, la pérdida de hábitat y la introducción de especies no nativas. Las especies no nativas merecen particular atención y son una amenaza emergente a las islas del Golfo de California (Nogales *et al.* 2003). Considerando la situación relativamente natural e intacta de la región de la BLA, hay potencial para que las especies ahora presentes, con un manejo apropiado y esfuerzos de conservación continúen siendo poblaciones viables. Sería deseable que la categoría especial de conservación decretada para esta región permitiera dedicar los recursos necesarios y el interés para su preservación a largo plazo.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a los numerosos herpetólogos y demás personas que han invertido su tiempo compilando información sobre las especies en el área de conservación. Sin sus investigaciones durante los últimos cien años, esta área no se hubiera visto beneficiada con la protección que ahora se le ha otorgado. Eric Dugan de la Universidad de Loma Linda contribuyó sustancialmente al diseño inicial de este manuscrito. También expresamos nuestra gratitud a los museos que han curado materiales de de la zona durante poco más de 100 años, y que han integrado la mejor colección de datos de largo plazo sin los cuales este artículo no hubiera sido posible.

Resumen

En este capítulo se presenta la información sobre la herpetofauna terrestre de la región de Bahía de Los Ángeles (BLA) revisando la historia de la investigación y resumiendo toda la información publicada disponible al respecto. Esta importante y relativamente prístina región ha sido objeto de estudios herpetológicos por más de 100 años, y alberga una herencia rica de estudios sobre la herpetofauna de la Baja California. Aunque se requieren mayores esfuerzos para plantear adecuadamente la situación real de las especies dentro de la región, los registros indican que casi todas las especies históricamente documentadas subsisten, con excepción de *Pseudacris cadaverina*, aunque poco se sabe de la situación poblacional de cada especie. Se discuten las amenazas a la herpetofauna de la región y se hacen recomendaciones de

Copyrighted material

conservación para auxiliar a los investigadores y administradores en la identificación de las prioridades regionales.

Abstract

Herein, we present information on the terrestrial herpetofauna of the Bahía de Los Ángeles (BLA) region by reviewing the history of research and summarizing all available published information. This important and relatively pristine region has had over 100 years of herpetological studies, and is home to a rich legacy in studies of the Baja California herpetofauna. While more effort is needed to adequately address the true status of species within the region, data indicate that nearly all historically documented species persist, with the exception of *Pseudacris cadaverina*, although little is known of the population status of each species. Threats to the herpetofauna in the region are discussed and conservation recommendations are made to better assist researchers and managers in identifying regional priorities.

Referencias

Aschmann H. 1959. *The central desert of Baja California: demography and ecology.* Ibero-Americano no. 42. University of California Press.

Aguirre-L G, Morafka DJ, Murphy RW. 1999. The peninsular archipelago of Baja California: a thousand kilometers of tree lizard genetics. *Herpetologica* 55 (3): 369–381.

Ballinger RE, Tinkle DW. 1972. Systematics and evolution of the genus *Uta* (Sauria: Iguanidae). *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan* (145): 1–83.

Barragan JM, Tejeda MS. 1988. *Islas del Golfo de California.* Secretaría de Gobernación, UNAM, México, DF.

Blaney RM. 1977. Systematics of the common kingsnake, *Lampropeltis getulus* (Linnaeus). *Tulane Stud. Zool. Bot.* 19: 47–103.

Carreño AL, Helenes J. 2002. Geology and ages of the islands. In: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A new island biogeography of the Sea of Cortes.* Oxford University Press.

Case TJ. 1975. Species numbers, density compensation, and colonizing ability of lizards on islands in the Gulf of California. *Ecology* 5: 3–18.

Case TJ. 1978. A general explanation for insular body size trends in terrestrial vertebrates. *Ecology* 59: 1–18.

Copyrighted material

Case TJ. 1982. Ecology and evolution of the insular gigantic Sauromalus. In: G Burghardt, SA Rand (eds.), *Iguanine Biology. Noyes Publications*, Park Ridge, NJ. Pp. 184–211.

Case TJ. 1983. The reptiles: Ecology. In: TJ Case, ML Cody (eds.), *Island biogeography in the Sea of Cortez*. Univ. California Press, Berkeley. Pp. 159–209.

Case TJ, Bolger DT. 1991. The role of interspecific competition in the biogeography of island lizards. *TREE* 6: 135–139.

Case TJ, Bolger DT, Richman AD. 1992. Reptilian extinctions: the last ten thousand years. In: PL Fiedler, PM Kareiva (eds.), *Conservation Biology*. Chapman and Hall, NY. Pp. 93–125.

Case TJ, Cody ML, Ezcurra E. 2002. *A new island biogeography of the Sea of Cortes*. Oxford University Press.

Cliff FS. 1954a. Snakes of the islands in the Gulf of California, México. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist*. 12: 67–98.

Cliff FS. 1954b. Variation and evolution of the reptiles inhabiting the islands in the Gulf of California, México. Ph.D. diss., Stanford University.

Dickerson MC. 1919. Diagnosis of twenty-three new species and a new genus of lizards from Lower California. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist*. 61: 461–477.

Dixon JR. 1966. Speciation and systematics of the gekkonid lizard genus *Phyllodactylus* of the islands in the Gulf of California. *Proc. California Acad. Sci*., 4th ser. 33: 415–452.

Grismer LL. 1994a. The origin and evolution of the peninsular herpetofauna of Baja California, México. *Herpetol. Nat. Hist*. 2: 51–106.

Grismer LL. 1994b. Ecogeography of the peninsular herpetofauna of Baja California, Mexico, and its utility in historical biogeography. In: JW Wright, P Brown (eds.), *Proc. Conf. Herpetology of North American Deserts* 89–125. Van Nuys, Calif.: Southwest. Herpetol. Soc. Spec. Pub. No. 5.

Grismer LL. 1994c. Geographic origins for the reptiles on islands in the Gulf of California, México. *Herpetol. Nat. Hist*. 2: 17–40.

Grismer LL. 1994d. The evolutionary and ecological biogeography of the herpetofauna of Baja California and the Sea of Cortes, México. Ph.D diss., Loma Linda Univ.

Grismer LL. 1999a. Checklist of amphibians and reptiles on islands in the Gulf of California, México. *Bull. So. California Acad. Sci*. 98: 45–56.

Grismer LL. 1999b. An evolutionary classification of reptiles on islands in the Gulf of California, México. *Herpetologica* 55: 446–469.

Copyrighted material

Grismer LL. 2002. *Amphibians and reptiles of Baja California including its Pacific Islands and the islands in the Sea of Cortes*. Univ. California Press, Berkeley.

Grismer LL, Edwards DD. 1988. Notes on the natural history of the barefoot gecko *Coleonyx switaki* (Squamata:Eublepharidae). In: HF DeLisle, PR Brown, B Kaufman, BM McGurty (eds.), Proc. Conf. California Herpetology, 43 – 50. Van Nuys, California:Southwest. *Herpetol. Soc. Spec. Pub.* No. 4.

Grismer LL, Ottley. 1988. A preliminary analysis of geographic variation in *Coleonyx switaki* (Squamata:Eublepharidae), with a description of a new subspecies. *Herpetologica* 44: 143–154.

Grismer LL, McGuire JA. 1993. The oases of central Baja California, México, Part 1: A preliminary account of the relict mesophilic herpetofauna and the status of the oases. *Bull. So. California Acad. Sci.* 92: 2 – 24.

Grismer LL, Hollingsworth BD. 2001. A taxonomic review of the endemic Alligator Lizard *Elgaria paucicarinata* (Anguidae: Squamata) of Baja California, Mexico with a description of a new species. *Herpetologica* 57 (4): 488–496.

Grismer LL, Beaman KR, Lawler HE. 1995. *Sauromalus hispidus*. Cat. Amer. Amph. Rept. 615:1–4.

Grismer LL, Wong H, Galina-Tessaro P. 2002. Geographic variation and taxonomy of the Sand Snakes, *Chilomeniscus* (Squamata: Colubridae). *Herpetologica* 58: 18–31.

Hollingsworth BD. 1998. The systematics of chuckwallas (*Sauromalus*), with a phylogenetic analysis of other iguanid lizards. *Herpetol. Monogr.* 11: 38–191.

Hollingsworth BD, Mellink E. 1996. *Crotalus exsul lorenzoensis*: natural history notes – arboreal behavior. *Hepetol. Rev.* 27: 143–144.

Hollingsworth BD, Mahrdt CR, Grismer LL, Banta BH, Sylber C. 1997. An additional population of *Sauromalus varius* on a satellite island in the Gulf of California. *Herpetol. Rev.* 28: 26–28.

Klauber LM. 1963. A new insular subspecies of the speckled rattlesnake. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 13: 73–80.

Lawler HE, Beaman KR, Grismer LL. 1995. *Sauromalus varius. Cat. Amer. Amph. Rept.* 616: 1–4.

Lindsay GE. 1952. *The Sefton Foundation Stanford University Expedition to the Gulf of California*, 1952. Belvedere Scientific Fund, 99 pp.

Lindsay GE. 1962. The Belvedere Expedition to the Gulf of California. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 13: 1–44.

Copyrighted material

Lindsay GE. 1966. The Gulf Islands Expedition of 1966. *Proc. California Acad. Sci.* 30: 309–355.

Lindsay GE, Engstrand I. 2002. History and scientific exploration in the Sea of Cortés. In: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra. 2002. *A new island biogeography of the Sea of Cortes*. Oxford University Press.

Mellink E. 1995. The potential effect of commercialization of reptiles from México's Baja California peninsula and its associated islands. Herpetol. Nat. Hist. 3: 95–99.

McGuire JA. 1996. Phylogenetic systematics of crotaphytid lizards (Reptilia: Iguania: Crotaphytidae). *Bull. Carnegie Mus. Nat. Hist.* 32: 1–143.

Murphy RW. 1975. Two new blind snakes (Serpentes: Leptotyphlopidae) from Baja California, México with a contribution to the biogeography of peninsular and insular herpetofauna. *Proc. California Acad. Sci.* 40 (5): 93–107.

Murphy RW. 1983a. Paleobiogeography and genetic differentiation of the Baja California herpetofauna. *Occ. Pap. California Acad. Sci.* 137: 1–48.

Murphy RW. 1983b. The reptiles: origin and evolution. In: TJ Case, ML Cody (eds.), *Island biogeography in the Sea of Cortez*. Univ. California Press, Berkeley.

Murphy RW, Ottley JR. 1983. Checklist of the amphibians and reptiles on the islands in the Sea of Cortez. Appendix 6.1. In: RW Murphy, The reptiles: origin and evolution. In: TJ Case, ML Cody (eds.), *Island biogeography in the Sea of Cortez*. Univ. California Press, Berkeley.

Murphy RW, Ottley JR. 1984. Distribution of amphibians and reptiles on islands in the Gulf of California. *Ann. Carnegie Mus.* 53: 207–230.

Murry KF. 1955. Herpetological collections from Baja California. *Herpetologica* 11: 33–48.

Nogales M, Martin A, Tershy BR, Donlan CJ, Veitch D, Puerta N, Wood B, Alonso J. 2003. A review of feral cat eradication on islands. *Conserv. Biol.* 18(2): 310–319.

Oskin M, Stock J, Martín-Barajas A. 2001. Rapid localization of Pacific-North American plate motion in the Gulf of California. *Geology* 29(5): 459–462.

Petren K, Case TJ. 1997. A phylogenetic analysis of body size evolution and biogeography in chuckwallas (*Sauromalus*) and other iguanines. *Evolution* 51: 206–219.

Robinson MD. 1974. Chromosomes of the insular species of chuckwalla lizards (genus *Sauromalus*) in the Gulf of California, México. *Herpetologica* 30: 162–167.

Savage JM. 1960. Evolution of a peninsular herpetofauna. Syst. Zool. 9: 184–212.

Schmidt KP. 1922. The amphibians and reptiles of Lower California and the neighboring islands. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 46: 607–707.

Copyrighted material

Shaw CE. 1945. The chuckwallas, genus *Sauromalus*. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 10: 296–306.

Shreve F, Wiggins IR. 1964. *Vegetation and flora of the Sonoran Desert*. 2 vols. Stanford Univ. Press, Stanford.

Slevin JR. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. *Proc. California Acad. Sci.* 4th ser. 12: 55–72.

Soulé M, Sloan AJ. 1966. Biogeography and the distribution of reptiles and amphibians on islands in the Gulf of California, México. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.* 14: 137–156.

Soulé M. 1967. Phenetics of natural populations. I. Phenetic relationships of insular populations of the side-blotched lizard. *Evolution* 21: 584–591.

Stock JM, Hodges KV. 1989. Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the transfer of Baja California to the Pacific Plate. *Tectonics* 8: 99–115.

Sylber CK. 1988. Feeding habits of the lizards *Sauromalus varius* and *Sauromalus hispidus* in the Gulf of California. *J. Herpetol.* 22: 413–424.

Tanner WW. 1943. Additional note on the genus *Hypsiglena* with a description of a new subspecies. *Herpetologica* 10: 54–56.

Tevis Jr L. 1944. Herpetological notes from Lower California. *Copeia* 1944: 6–18.

Townsend CH. 1916. Voyage of the *Albatross* to the Gulf of California. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 35: 399–476.

Upton DE, Murphy RW. 1997. Phylogeny of the side-blotched lizards (Phrynosomatidae: *Uta*) based on mtDNA sequences: support for a midpeninsular seaway in Baja California. *Mol. Phylogenet. Evol.* 8: 104–113.

Van Denburgh J. 1895. A review of the herpetology of Lower California. Part I: Reptiles. *Proc. California Acad. Sci.* 2nd ser. 5: 77–162.

Van Denburgh J. 1922. Reptiles of Western North America. *Proc. California Acad. Sci.* I–II: 1–1028.

Van Denburgh J, Slevin JR. 1921. Preliminary diagnosis of new species of reptiles from islands in the Gulf of California, Mexico. *Proc. California Acad. Sci.* 11: 95–98.

Wilson LD. 1971. The coachwhip snake Masticophis flagellum (Shaw): Taxonomy and distribution. *Tulane Stud. Zool. Bot.* 16: 31–99.

Wright JW. 1993. Evolution of the whiptail lizards (genus *Aspidosceles*). In: JW Wright, LJ Vitt (eds.), *Biology of the whiptail lizards* (Genus Aspidosceles), Oklahoma Mus. Nat. Hist., Norman. Pp. 27–81.

Copyrighted material

18 *Aves acuáticas*

Daniel W Anderson y Eduardo Palacios

Introducción

Las aves marinas en la región de BLA (RBLA) (fíg. 1), que es parte la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes, presentan una variedad de contrastes ecológicos, pero también representan importantes vías de conexión ecológica entre los mayores ecosistemas de la región. Un pionero de la conservación del área, Bernardo Villa-Ramírez (1976), dijo refiriéndose a Isla Rasa (la primera isla de aves marinas mexicana declarada área protegida, ver Velarde y Anderson 1994), "la vida en la isla representa tanto un enigma como un paradigma".

La gran biodiversidad del área es el paradigma; su vulnerabilidad el enigma. Estando en un mar cerrado, las islas mar adentro están rodeadas por multitud de amenazas en sus márgenes costeros que normalmente no se dan en muchas otras zonas costeras como las áreas expuestas y remotas de la costa occidental de la Baja California en el Océano Pacífico, o más al norte en el Sistema de la Corriente de California, o aún más lejos de la costa (Anderson *et al.* 2001). En tierra firme y en los humedales costeros, la destrucción del hábitat y su modificación están asociadas al incremento de la población humana, el cambio de uso del suelo, y las actividades recreativas y comerciales. Por lo tanto, las demandas de conservación y la urgente necesidad de ser

Copyrighted material

proactivos en la conservación, protección y administración de la avifauna y otros recursos naturales de la RBLA son particularmente importantes para aves marinas e islas como recursos "sombrilla" (e.g. Noss 1990, Lambreck 1997, Simberloff 1998, Caro y O'Doherty 1999) con el fin de lograr una estrategia viable de manejo y conservación en la región. La conservación de las aves marinas y la de las islas son actividades "casadas" de manera natural (Anderson 1980, 1983), y muchos de los otros recursos asociados de la RBLA requieren ser integrados en un plan de manejo de recursos naturales viable y general, que incluya también el acervo cultural de las islas (Bowen 2004, capítulo 5 de este volumen). En este capítulo, estamos haciendo solamente énfasis en la avifauna de las islas y sus hábitats asociados en tierra firme, en las islas y mar adentro.

Fuentes de información sobre las aves de la RBLA

Existen sólidas bases de datos e información sobre las aves marinas del occidente de México, las cuales se enriquecen cada año. Los primeros catálogos simples sobre aves de la Península de Baja California aparecieron en 1889 (Bryant 1889) y en la década de 1920 (Bancroft 1927a, b). Grinnell (1928) recabó, compiló y agregó una amplia colección de información hasta entonces disponible. Hay además tres importantes libros de referencia que incluyen información muy útil para la RBLA (Wilbur 1987, Howell y Webb 1995, Cartron *et al.* 2005), así como numerosos artículos con datos sobre especies individuales y/o sitios específicos.

No hay una línea de base con suficientes datos cuantitativos para evaluar los cambios poblacionales para un gran número de especies en la región, ya que la mayoría de los biólogos de campo han simplemente anotado la presencia de especies pero no sus tendencias en números reales. En las últimas décadas han habido algunas publicaciones más extensas respecto a la distribución y abundancia de aves acuáticas y terrestres que son útiles para las evaluaciones en la RBLA (Anderson 1983, Everett y Anderson 1991, Velarde y Anderson 1994, Erickson y Howell 2001, Velarde *et al.* 2005).

La avifauna de la región es diversa ya que más de 258 especies se reproducen o invernan en ella, y/o migran a través de la misma. Esto representa cerca de dos tercios de todas las especies de aves que se pueden encontrar en Baja

Copyrighted material

California, y aproximadamente 40% de las especies de aves del noroeste de México. En el Estado de Baja California se ha registrado un total de 434 especies, incluyendo 220 que allí se reproducen (Howell *et al.* 2001, apéndice 1).

Por lo que se refiere a las aves terrestres, éstas se comportan y se distribuyen ecológicamente en la RBLA al igual que en los desiertos del Sur de California y de Baja California, lo cual no es abordado aquí en detalle debido a las limitaciones de espacio y la complejidad de su comportamiento marcadamente asociado al desierto. En su lugar, referimos al lector a varios trabajos descriptivos clave sobre la historia natural de las aves, que describen su distribución, características y taxonomía desde una perspectiva terrestre (Grinnell 1928, Wilbur 1986, Howell y Webb 1995, Erickson y Howell 2001).

Con relación a la RBLA y a la distribución y el movimiento de las aves terrestres hacia las islas cercanas, Cody (1983) y Cody y Velarde (2002) han discutido y descrito a detalle los factores biogeográficos y ecológicos que inciden en tales patrones. Cualquier especie de ave terrestre de tierra firme y cualquier especie de ave marina, criadas en el Golfo de California, podría encontrarse en algún punto en tierra firme o en las islas (o en las aguas entre éstas) de la RBLA en cualquier momento. Para una compilación de "todas" las aves conocidas de la RBAL ver Meyer (2004) y nuestro apéndice 1.

No obstante, en comparación con las poblaciones de aves acuáticas, en particular de aves marinas, las aves terrestres son poco abundantes en la RBLA. No obstante, su valor específico es muy importante. Combinando nuestra información y la de Meyer (2004), existen al menos 132 especies de aves terrestres en la RBLA. De ellas, 73 especies son residentes, 9 son raras, 19 son visitantes invernales, 11 son migrantes transitorias y 20 viven regularmente durante el invierno en la RBLA.

La migración de las aves y la conectividad biogeográfica

La dispersión y conectividad a larga distancia están particularmente ejemplificadas por las aves migratorias tanto terrestres como acuáticas, y la RBLA abarca conexiones de larga distancia con el resto del oeste de Norteamérica, y con lugares aún más distantes, mediante la presencia de concentraciones reproductivas y no reproductivas importantes, lo que concede a la avifauna gran estacionalidad. Esta conectividad llega tan al norte

Copyrighted material

como la tundra de Alaska (e.g. colimbos pacífico, *Gavia Pacífica*, y otras especies de colimbos que se crían en el ártico e invernan en la RBLA), del interior de Norteamérica (ej. zambullidor orejudo, *Podiceps nigricollis*, ver Jehl *et al.* 2002, así como otras especies de zambullidores, *Aechmophorus* sp.), tan al sur como Centro y Sudamérica (ver Orr 1970), desde tan lejos como Australia y Chile (ej. pardela gris, *Puffinus griseus*, y pardela patas rosadas, *P. creatopus*), y desde y hasta cualquier punto intermedio. Las aves migratorias pasan directamente a través de o se originan en la RBLA y migran en todas direcciones (al oeste y al este a través de la Península de Baja California, y al norte y al sur; fig. 2). Sin embargo, las numerosas especies de Anseriformes (patos y gansos), aves playeras, y otras aves acuáticas que son relativamente menos abundantes en la RBLA, son cuantiosas en su periferia, especialmente a lo largo de la costa noroeste del territorio continental de México (Anderson *et al.* 1976, Pérez-Arteaga *et al.* 2005), pero también podrían ser vistas en menores cantidades en casi cualquier parte de la RBLA, (apéndice 1). La región está "conectada" al resto de Norteamérica por su avifauna mediante el Corredor Migratorio del Pacífico (ver reseña por Anderson *et al.* 2003, fig. 2). Esta posición de intermediaria, y el traslape de la biota aviar entre la amplia diversidad de hábitats de toda Norteamérica y gran parte del mundo, es especialmente evidente en la RBLA. Por tanto, la conectividad ecológica a gran distancia es ampliamente demostrada por la migración de la avifauna de la región.

Variación biogeográfica, regiones biogeográficas y la RBLA

Como lo indica el paradigma de Villa (Ramírez 1976), el Golfo de California alberga una rica y magnífica biodiversidad en escalas pequeñas, en donde las condiciones del hábitat y la variabilidad ecológica cambian significativamente sobre cientos de kilómetros en comparación con los hábitats oceánicos más abiertos como los de la costa occidental de Baja California, en donde esto sucede en miles de kilómetros. Álvarez-Borrego (2002, capítulo 2 de este volumen) proporciona una descripción comparativa de las características oceanográficas de la RBLA, cuyos patrones son los que crean los diversos hábitats para las aves acuáticas. Éstas, como la mayoría de otras especies silvestres

Copyrighted material

migratorias, cruzan libremente de un lado a otro las barreras entre las principales divisiones biogeográficas marinas de los hábitats costeros (Briggs 1974, Longhurst 1998), que son las mismas que definen de manera más marcada importantes separaciones entre especies marinas menos móviles.

Los ecosistemas de la RBLA se han visto menos afectados por la presión antropogénica, y pueden ser considerados más "prístinos" que los ecosistemas de la costa del Pacífico de Baja California (Tershy y Breese 1997), aunque casi con certeza podemos decir que son más vulnerables que sus similares en la costa occidental continental de México y más al norte en California, las cuales también soportan la presión causada por el desarrollo humano. Esta presión, relacionada con el crecimiento poblacional humano y sus actividades, está aumentando a una velocidad tremenda dentro de la RBLA y por todo el Mar de Cortés.

Distribución y abundancia de las aves acuáticas en y alrededor de la región

La avifauna de la RBLA está dominada por las aves acuáticas. De un total de 126 especies de aves acuáticas, 47 son conocidas como especies que se reproducen en el Estado de Baja California (ver Howell *et al.* 2001), pero sólo 26 especies (incluyendo a cuatro probables y a dos de rapiña asociadas a las islas, ver apéndice 1) se reproducen en la RBLA. Del total de especies de aves acuáticas, 50 son visitantes invernales que no se reproducen allí, 14 son visitantes que tampoco lo hacen (principalmente aves marinas), 10 son migrantes transitorias, dos son vagabundas y sólo rara vez registradas (el bobo enmascarado, *S. dactylatra* y el ganso de collar, *Branta bernicla*; Guillén-Herrera *et al.* 1995, E Palacios obs. pers.), y tres son visitantes estivales que se reproducen en el Estado de Baja California.

En comparación, las islas de la costa occidental de Baja California se han visto generalmente más alteradas por largas historias de presencia humana (Everett y Anderson 1991), y presentan algunos ejemplos notables de impactos sobre su avifauna. La Isla San Martín llegó a tener una colonia de cientos de miles de cormoranes orejudos (*Phalacrocorax auritus*; Gress *et al.* 1973, Carter *et al.* 1995), una especie que se reproduce sólo esporádicamente en la región de las Grandes Islas del Mar de Cortés pero es común tanto en la cos-

Copyrighted material

ta del Pacífico de Baja California y más hacia el sur a lo largo de las costas de Sonora y Sinaloa, con una notable colonia en la Isla Alcatraz, cerca de Bahía Kino (B y T Pfister com. pers.). Bahía Magdalena alberga poco más de 40,000 individuos de fragatas magnífica (*Fregata magnificens*; Moreno y Carmona 1988) además de más de 30,000 individuos de cormorán de Brandt (*Ph. penicillatus*) y cormorán orejudo (Zárate-Ovando *et al.* 2003). Muchas de las aves marinas que se reproducen en la costa occidental de Baja California atraviesan y usan la RBLA. Los pelícanos pardos son tan numerosos como los que se reproducen a lo largo de la costa occidental de Baja California (aunque comprenden <10% de las cifras totales; Gress y Anderson 1983, Everett y Anderson 1991). Es interesante que en la costa exterior de Baja California la especie residente dominante es la gaviota occidental (*Larus occidentalis*) que, sin embargo, rara vez es vista en el Golfo de California, y que está reemplazada por la endémica gaviota patas amarillas (*L. livens*). Es también digno de notar que muchas especies de aves marinas (ej. pelícano pardo, cormorán orejudo y gaviota occidental) en la costa del noroeste de Baja California han padecido efectos negativos severos en su población por la contaminación marina frente al sur de California y el noroeste de Baja California, aunque recientemente se ha observado una recuperación de la población, asociada con la disminución de los niveles de contaminación (Gress *et al.* 1973, Anderson *et al.* 1975, y otros). Los actuales estudios de contaminación en la RBLA (DW Anderson datos no publicados) indican, sin embargo, que la región permanece como una de las "menos" contaminadas por COPs (contaminantes orgánicos persistentes) de todo el oeste de Norteamérica.

De las especies de aves marinas que cabría esperar se reprodujeran en la RBLA, en la Provincia de Cortés al occidente de México se ha descrito la presencia o cabría esperar la presencia de al menos 17 (fig. 1), y esta cifra podría ampliarse hasta 24–26 si se suman las aves que usan los humedales como hábitats reproductivos (*shoreline breeders*, ver Anderson 1983). De toda la biodiversidad de aves marinas de la Provincia de Cortés (ver Anderson 1983, fig. 1), es bien sabido que 13 (76%) se reproducen en la RBLA (o 19 si se suman las que crían en la playa). Más allá de las especies que se reproducen en la RBLA, creemos que podría esperarse que casi cualquier especie de ave marina de las que se pueden encontrar frente al sur de California (ver Anderson *et al.* 2001) o a Centroamérica (ver Pitman 1986, Howell y Webb 1995, y otros)

Copyrighted material

Bobos de Patas Azules. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo" - UABC. Autor: Enrique Fuentes

Colonia de anidación de Charrán Elegante en Isla Rasa. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo"- UABC. Autor: Enrique Fuentes

Copyrighted material

Charrán Elegante en Isla Rasa. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo"-UABC. Autor: Enrique Fuentes

Anidación de Pelícano Pardo en Archipiélago San Lorenzo.
Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo"-UABC. Autor: Enrique Fuentes

Copyrighted material

Anidación de Gaviota Ploma en Isla Rasa. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo"–UABC. Autor: Enrique Fuentes

Colonia de anidación de Charrán Elegante en Isla Rasa. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo"-UABC. Autor: Francisco Buelna

Copyrighted material

Aves marinas en Bahia de los Angeles. Imagen del proyecto "Bahía de los Ángeles y las Islas del Golfo de California" CONANP "Islas del Golfo"-UABC.
Autor: Inés Aramburo

Copyrighted material

apareciera, si acaso rara vez, como migrantes que no se reproducen allí o visitantes ocasionales frente a la costa occidental de Baja California o en el Golfo de California (ej., Tershy *et al.* 1993). En el apéndice 1 se presenta una lista actualizada de aves acuáticas de la RBLA. Los mapas de la distribución de las aves marinas que se reproducen en la región se muestran en las figuras 3a, b y 4a, b.

Los álcidos del norte (familia Alcidea) son probablemente una notable excepción en cuanto a ocurrencia en la RBLA, donde por lo que sabemos, ninguno ha sido reportado (ver también Howell y Webb 1995, para un resumen de registros fuera de su distribución habitual). Esta notable ausencia de álcidos en la RBLA (especies de aguas frías del norte que dependen de la temperatura del océano) podría estar asociada con la convergencia subtropical (una barrera potencial cambiante norte-sur dependiente de las temperaturas del océano) que pasa a través del área de traslape entre las provincias de San Diego y de Cortés, en el lado del Océano Pacífico de Baja California (fig. 1) y que parece actuar como una barrera efectiva para los álcidos dispersos al sur. Esto está también sustentado por al hecho de que el único álcido que se sabe se reproduce dentro del Golfo de California, y más específicamente en la RBLA, el mergulo de Craveri (*Synthliborhamphus craveri*), es altamente especializado y aparentemente su distribución se restringe principalmente a las frías aguas profundas asociadas a la costa oriental de Baja California, la zona pelágica de mar abierto de la boca oriental del Golfo de California durante su post crianza (L Ballance y R Pitman, com. pers.), y las aguas más frías del Sistema de la Corriente de California (Deweese y Anderson 1976, fig. 5).

Las aves marinas en el Golfo de California son de diversos orígenes y afinidad faunal, y muestran patrones muy variables de dispersión, distribución y preferencias de hábitats. Allí, la abundancia de alimento y las características del hábitat, junto con la escasa alteración de las islas donde anidan, determinan la diversidad y el número de aves marinas (Anderson 1983). Hay tres principales áreas de crianza de aves marinas en el Golfo de California: la región de las Grandes Islas (incluyendo las Islas Encantadas), los humedales de Sonora y Sinaloa, y el grupo insular Isla Isabel-Tres Marías (Anderson 1983).

Gran parte de las poblaciones mundiales de varias aves marinas anidan en las Grandes Islas del Golfo de California. Por ejemplo, grandes porcentajes del total mundial de paiños negros (alrededor de 70%) y menores (más de

Copyrighted material

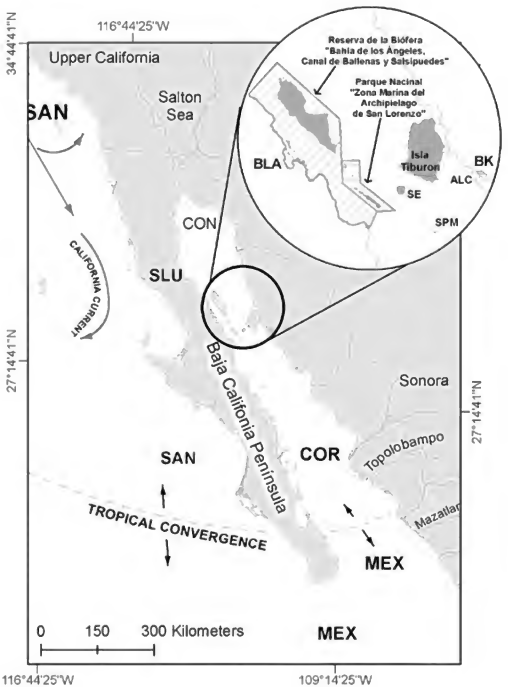
90%), de gaviotas plomas (90-95%), gaviotas patas amarillas (80%), charranes elegantes (más de 90%), mergulos de Craveri (más de 90%) y otras aves se reproducen en la RBLA. Todos estos taxones de aves marinas, más la pardela mexicana (*P. opisthomelas*) son consideradas endémicas o casi endémicas del noroeste de México (Howell 2001).

El paiño menor es probablemente la especie de ave marina más abundante en la región. La Isla Partida (fig. 1) sostiene las poblaciones más grandes de ambos paiños, negro (*Oceanodroma melania*) y menor (*O. microsoma*), contándose hasta en cientos de miles o más, pero los paiños menores sobrepasan a los negros por cerca de 10–5:1 (Anderson 1983). Dado que nunca se han realizado estimaciones sistemáticas de paiños con precisión, es posible que su número en el Golfo de California pueda ascender a millones de individuos.

Anderson y Gress (1983) estimaron entre 30,000 y 40,000 parejas de pelícano pardo de California (*Pelecanus occidentalis californicus*) en alrededor de 12 colonias reproductivas principales, siendo la del Archipiélago San Lorenzo la colonia reproductiva más grande del mundo con 15,000 parejas criando en un año normal, aunque en algunos años "excepcionales" éstas pueden llegar a 20,000. La Isla San Luis también alberga 12,000 nidos de pelícano pardo en

Figura 1 (página siguiente) . Mapa de las Californias y del occidente de México, que muestra la relación entre la región de Bahía de los Ángeles (RBLA), la región de las Grandes Islas, el Golfo de California y el Océano Pacífico. Las principales provincias biogeográficas han sido demarcadas de acuerdo con Briggs (1974) e indicadas como: SAN = Provincia de San Diego, COR = Provincia de Cortés, y MEX = Provincia Mexicana. Los dinámicos límites entre provincias cambian constantemente como lo indican las flechas en la "Convergencia Tropical". La RBLA es esencialmente la misma que la "Región de las Grandes Islas" indicada por el círculo ampliado, pero también aparecen indicadas las dos principales áreas protegidas relacionadas con lo aquí discutido, la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes, y el Archipiélago San Lorenzo. Las zonas periféricas importantes están abreviadas como: SLU = Archipiélago San Luis justo al norte, CON = Roca Consag, BLA = pueblo de BLA, TIB = Isla Tiburón, SNE = Isla San Esteban, SPM = Isla San Pedro Mártir, ALC = Isla Alcatraz, y BK = Bahía Kino. Mapa modificado de Anderson (1983).

Copyrighted material



los mejores años. Según Tershy y Breese (1997), la Isla San Pedro Mártir, la más oceánica de las islas del Golfo de California, alberga aproximadamente 110,000 parejas de bobo patas azules (*Sula nebouxii*) y otras 74,000 parejas de bobo café (*S. leucogaster*) y al menos sies especies más de aves marinas que allí se reproducen, siendo la colonia de bobo café quizás la más grande del mundo y la de bobo patas azules la más grande fuera del Perú (Tershy y Breese

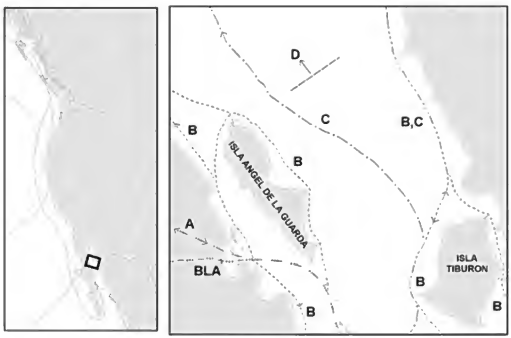
Copyrighted material

1997). La mayoría de la población mundial (90–95%) de gaviota ploma (*Larus heermani*; alrededor de 130,000 parejas) y charrán elegante (*Sterna elegans*) (alrededor de 90,000 parejas) anida junto a la mayor población de charrán real (*S. maxima*) del occidente de Norteamérica, en la pequeña y plana Isla Rasa (Velarde y Anderson 1994, Velarde *et al.* 1994, 2005).

Las islas Consag, San Jorge, Roca Vela, San Pedro Mártir, y tal vez otras, tienen la mayoría de las pequeñas poblaciones anidantes del rabijunco pico rojo (o ave del trópico, *Phaethon aethereus*), probablemente < 1000 parejas en total en los mejores años (Anderson 1983), lo que hace de la mayor parte de la RBLA una especie de área periférica para las especies en relación a su distribución global (ver Orta 1992). Por otro lado, las especies endémicas

Figura 2 (página siguiente). Ejemplos de rutas y sendas migratorias utilizadas por las aves acuáticas en la región de Bahía de los Ángeles (RBLA). El inserto del lado izquierdo es el oeste de Norteamérica (el Corredor Migratorio del Pacífico como lo describen Anderson *et al.* 2003), con un rectángulo negro sobre la RBLA ampliado a la derecha. Algunas especies migran individualmente o en pequeñas parvadas, pero en dirección a lo largo de amplios frentes (D). Otros tipos de rutas están identificados como: A = migraciones transpeninsulares (en ambas direcciones) principalmente por aves marinas que se crían en la RBLA (pelícano pardo, gaviota ploma, las dos especies de charranes, y las dos especies de cormoranes, además de otras aves acuáticas migratorias), tomando un "atajo" a la región de la Corriente de California (fig. 1); B = costeando tierra firme y las islas o "saltando entre islas" (aves marinas locales, varias especies de zambullidores, colimbos, playeros, gallinetas y otras); C = migraciones de las costa a mar adentro y sobre el agua (comunes en la mayoría de las aves acuáticas invernantes ––patos, gansos, gaviotas invernantes, playeros, zambullidores, colimbos–– y aves marinas locales). Las principales "áreas de descanso" (donde numerosas aves acuáticas tienden a congregarse, posarse y alimentarse por ahí cerca o reposar), como BLA (para la ruta A), pueden estar en cualquiera de las islas donde generalmente no son perturbadas, así como varios estuarios costeros y humedales del área. Un punto crítico intermedio para muchas especies de aves que salen de o entran al Golfo de California es el área del Delta del Río Colorado (Anderson *et al.* 2003), así como los humedales costeros en las costas de Baja California y Sonora/Sinaloa.

Copyrighted material

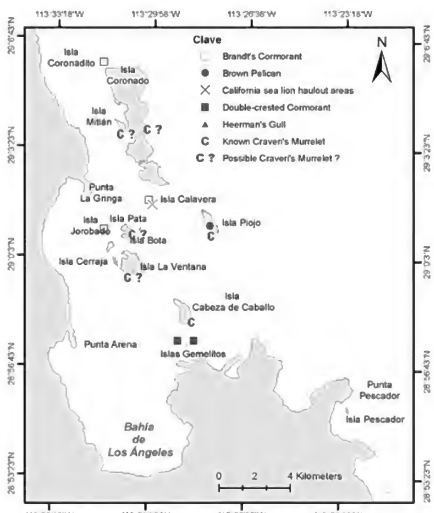


del Golfo de California mergulo de Craveri y gaviota patas amarillas (*Larus livens*), anidan en forma generalmente dispersa, encontrándose en todas y cada una de las islas donde no hay depredadores terrestres introducidos y que están exentas de fuertes impactos antropogénicos (Deweese y Anderson 1976, Hand 1980, Spears y Anderson 1989).

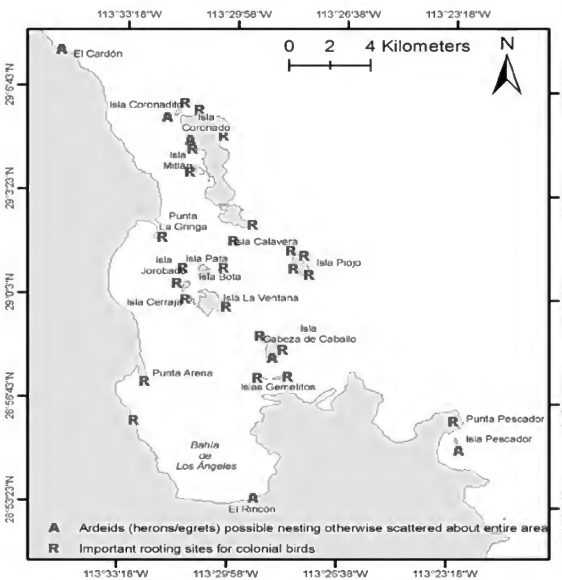
El gavilán pescador (*Pandion haliaeetus*) es el ave rapaz anidante más común en las islas mar adentro y en muchas localidades de tierra firme, así como otra especie indicadora ideal que se encuentra diseminada en toda la RBLA. Su distribución y abundancia ha sido estimada por Henny y Anderson (1979, 2004) en alrededor de 35 parejas dispersas en la RBLA en 1977 contra 29 en 1999–2000, una disminución de aproximadamente 17%. Resulta interesante ver que el número de gavilanes pescadores generalmente ha disminuido en la mayoría de las áreas del Golfo de California pero ha aumentado en la costa occidental de Baja California (aumento total estimado en 68% por Henny y Anderson 2004). Esto sugiere que estamos empezando a ver los sutiles efectos de los impactos antropogénicos por el incremento de las actividades turísticas y pesqueras en la RBLA, aunque los números de parejas anidantes estén aumentando en la costa occidental de Baja California.

Copyrighted material

Figura 3. Localidades favoritas de las aves acuáticas (por tanto áreas que son especialmente sensibles y tienen un potencial ecoturístico para la de observación de vida silvestre si son manejadas correctamente) en las inmediaciones de Bahía de los Ángeles. Es posible encontrar gavilanes pescadores dispersos en toda el área, anidando y posados en pináculos, riscos y acantilados. Las gaviotas patas amarillas también se encuentran dispersas alrededor del área, posadas o anidando en el terreno, pero en las salientes rocosas, y en playas de arena o rocosas. A. Sitios de anidación (conocidos o supuestos) de especies de aves marinas clave (que incluyen también una importante área de varamiento (haul-out) de mamíferos marinos). B (página siguiente). Mapa a escala un poco mayor de la misma área que muestra sitios de reposo importantes de aves que forman colonias y áreas donde es común encontrar anidando o comiendo a garzas y garcetas (Ardeiformes)



Copyrighted material



Biogeografía insular aplicada, ecología aviar y biología de la conservación

Varias especies individuales o agregaciones de aves y otra biota vienen a representar fuertemente, como grupos o especies "sombrilla", necesidades y acciones de conservación para ciertas áreas. La diversidad y abundancia tanto de aves terrestres como marinas en las islas pueden entenderse a través de los principios de biogeografía insular, en los que el tamaño de la isla, la diversidad de hábitats tanto en las islas como en el continente, así como la distancia entre éstos y aquéllas, son determinantes.

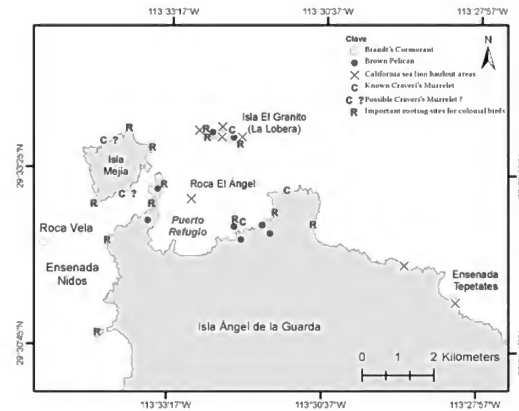
Copyrighted material

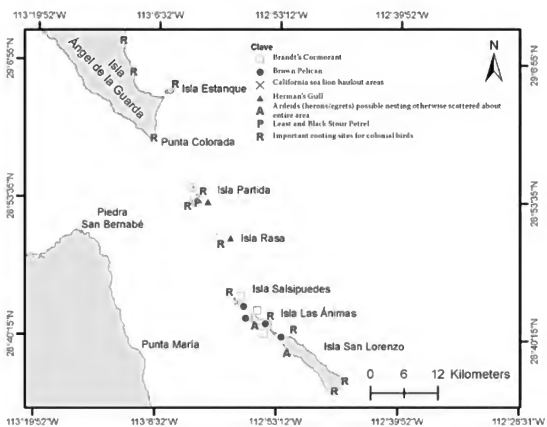
Cada isla ha evolucionado su propia y única combinación de avifauna terrestre y marina (Case y Cody 1983), y cada isla es un ecosistema de alguna manera único, probablemente derivado en parte de la combinación aleatoria entre la dispersión histórica de flora y fauna y las variaciones en la composición y fisonomía de cada isla. Pero la conservación de la biodiversidad en la RBLA es realmente más una historia de manejo y conservación ecosistémicos e insulares, que de manejo y conservación de cualquier especie individual o grupo de especies silvestres como las aves marinas (o terrestres).

De las islas de anidación de aves marinas en la RBLA, San Pedro Mártir es la más "oceánica", ya que está a ~30 km del punto más cercano en tierra firme (fig.1). El mismo Golfo de California varía entre ~100–250 km de ancho a lo largo de sus 1500 km de extensión. Sus grandes islas como Tiburón, Ángel de la Guarda, Del Carmen, San José y Cerralvo distan desde 2.2 a 11.5 km de tierra firme en sus puntos más cercanos (fig. 1), y son generalmente demasiado grandes (pueden sostener depredadores terrestres introducidos) para las colonias de anidación de aves marinas, a diferencia de los islotes de

Figura 4 (página siguiente). Sitios importantes de crianza y reposo de aves en la región de las Grandes Islas (parte de la región de Bahía de los Ángeles) que son especialmente sensibles desde el punto de vista de la conservación y protección de las aves marinas, pero donde también se podrían realizar actividades ecoturísticas que no las perturben. A. Parte norte de Isla Ángel de la Guarda (incluyendo Puerto Refugio) . Los mergulos de Craveri suelen estar dispersos alrededor de esta área anidando bajo rocas y pendientes a la orilla del mar. B. Extremo sur de Isla Ángel de la Guarda, Isla Partida, Isla Rasa y el Archipiélago San Lorenzo. El mergulo de Craveri y el gavilán pescador anidan en toda el área. Los paiños menores constituyen alrededor de 70–80% y los paiños negros alrededor de 20–30% de las especies de paiño más importantes que anidan en la Isla Partida. En el pasado se llegó reportar al águila calva americana (*Haliaeetus leucocephalus)* anidando muy raramente en esta área. Otras de las aves indicadas en la figura 3 también se encuentran allí por doquier aunque en poca cuantía. También unos cuantos bobos café y de patas azules anidan ocasionalmente en el área, pero se les puede encontrar reposando en grandes cantidades después de su temporada reproductiva en otras islas del Golfo de California. Esta área general es la más importante área de anidación de aves marinas en el Golfo de California y también incluye (no mostradas aquí) las islas San Pedro Mártir, San Pedro Nolasco, San Jorge y otras

Copyrighted material





Copyrighted material

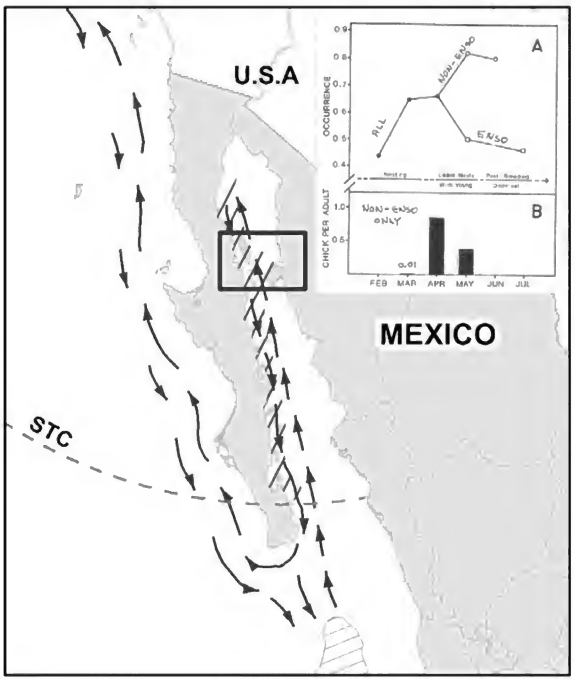
mar adentro asociados a estas grandes islas. Este efecto "anti-aves marinas" es mayor en las islas más cercanas a las fuentes de colonización de tierra firme (Anderson 1983, su fig. 9.3).

Las aves marinas que anidan en las islas son tanto más abundantes y diversas cuanto las islas son más pequeñas e inalteradas, más lejanas a tierra firme, aisladas y sin la amenaza de mamíferos depredadores terrestres (Anderson 1983, Case y Cody 1983, Case *et al.* 2002).

Irónicamente, la mera presencia del hombre en las islas como un factor de alteración afecta tanto a las aves, especialmente a las marinas, como la presencia de un depredador verdadero, sin importar que tan bien intencionado sea el visitante (Anderson y Keith 1980). Los gatos domésticos (*Felis cattus*) y algunos roedores como *Mus* y *Rattus*, son todos potencialmente devastadores como depredadores de las aves marinas (Anderson *et al.* 1976, 1989). El control de las especies exóticas no deseadas en las islas es un reto formidable por sí mismo (ver http://www.islandconservation.org/ y Donlan *et al.* 2003). Esta clase de efectos causados por el hombre en hábitats sensibles de la isla casi siempre resultan en daños irreparables al esfuerzo de anidación, y si se vuelven crónicos, frecuentemente conducen al abandono y extirpación de las colonias de aves anidantes. Las especies endémicas de mamíferos son especialmente vulnerables (Mellink *et al.* 2002).

Figura 5 (página siguiente). Mapa que muestra el ciclo anual del mergulo de Craveri, una importante ave marina anidante que se encuentra en toda la región de Bahía de los Ángeles (RBLA), el cual está claramente centrado en esta última. En esta ilustración, los pequeños peces pelágicos que le sirven "de carnada" migran hacia el Golfo de California al principio de la primavera, desovando algunos de ellos a lo largo de la costa occidental mexicana. Los alevines recién eclosionados flotan a la deriva y migran al oeste, y luego como adultos se mueven hacia el sur adonde son seguidos por los mergulos juveniles. En la boca del Golfo de California se muestra la gran área de concentración de mergulos descrita en el texto. El área dentro del rectángulo representa a grandes rasgos la región de las Grandes Islas que incluye la RBLA, y STC en el mapa indica la convergencia subtropical (ver fig. 1). El inserto muestra la presencia del mergulo de Craveri durante los años Niño y no Niño (de DeWeese y Anderson 1976)

Copyrighted material



Gran parte de la conservación aviar en las islas en realidad consiste en la "conservación de las islas" (Anderson *et al.* 1976, Anderson 1983, Case y Cody 1983). Tershy y Breese (1997) han declarado que "las islas del Golfo de California pueden ser el archipiélago no polar más ecológicamente intacto en el mundo". Las lecciones aprendidas del manejo y la conservación de las islas en la RBLA tendrán también una amplia aplicación a la con-

Copyrighted material

servación de la biodiversidad y de las islas de todo el occidente de México, incluyendo las del Pacífico frente a Baja California. Algunos eventos que podrían afectar el estado de la biodiversidad se están desarrollando muy rápidamente en el occidente de México, y aún en un período de 5–10 años podrían producirse eventos imprevistos que pudieran amenazar la biodiversidad y la conservación de las islas (ver Ezcurra *et al.* 2002, Pacific Seabird Group 2005).

La importancia de la conservación global de las islas aunada a la administración pesquera para las aves marinas

Las estrategias de conservación aviar en muchos aspectos involucran la evaluación y el manejo de otros recursos y la consideración de la biota asociada a las mismas regiones geográficas o ecológicas que las aves marinas. Las aves marinas son especies de amplia distribución y alcance, muy visibles, y frecuentemente depredadores tope en las cadenas alimenticias marinas (Huntley *et al.* 1991); por consiguiente, tienen potencial práctico como indicadoras de la abundancia y salud de las poblaciones de peces de interés comercial (Cairns 1987; Velarde *et al.* 1994, 2004). También son importantes en el reciclado de nutrientes tales como fósforo, nitrógeno y otros elementos esenciales, y fertilizan el océano con sus excretas (guano) (ver Polis y Winemiller 1996, Blais *et al.* 2005). Las presas de las aves marinas en el Golfo de California incluyen varias especies de peces pelágicos menores capturados comercialmente (sardina, anchoveta y macarela) que sirven de alimento a pelícanos pardos, bobos café, bobos patas azules, gaviotas plomas y charranes reales y elegantes; peces bentónicos que sirven de alimento a cormoranes orejudos; ictioplancton que es consumido por los mergulos de Craveri; y el macroplancton del que se alimentan los paíños negros y menores.

La influencia del alimento en el éxito reproductivo del pelícano pardo es especialmente evidente pero lo es aún más durante un evento El Niño (ver Anderson *et al.* 1980, 1982; Anderson y Gress 1982). Un evento ENOS (El Niño-Oscilación Sur) resulta en una intrusión de agua caliente en el Océano Pacífico Oriental, incluyendo el Golfo de California, que origina grandes cambios en la abundancia y distribución del fitoplancton, disminuye la

Copyrighted material

disponibilidad de alimento de peces para las aves marinas y resulta en la reducción del éxito reproductivo en pelícanos y otras especies. Los efectos del último ENOS (1997–1998) han sido los más severos que se han observado. En 1998, sólo fueron puestos cerca de 1,740 huevos de pelícano pardo y sólo unas cuantas crías se desarrollaron en 12 colonias donde usualmente se producen unas 30,000 crías (JO Keith, DW Anderson y E Palacios, datos no publicados). Todas las aves marinas en el Golfo de California son fuertemente influidas por el fenómeno ENOS y los números de crías en las islas varían ampliamente de año a año (tabla 1). Los números máximos estimados que se dan en la tabla 1 indican los estados de las colonias reproductivas en años no-Niño y años El Niño, pero no es posible predecir si éstas variarán en el futuro más allá de los valores enlistados.

Amenazas a las aves marinas. Panorama general

El área es remota pero vulnerable; la costa occidental de Baja California históricamente ha sido y continua siendo más afectada por las actividades humanas que el Golfo de California. Sin embargo, esto está cambiando rápidamente. Aunque las poblaciones humanas aquí están dispersas en comparación con las del sur de California, la explotación de los recursos naturales en la cual está basada claramente la economía de las poblaciones locales, así como la intensidad de visitas por gente ajena al área (sea por placer o por trabajo), combinada con la facilidad de acceso dada su geografía, resulta en un alto grado de vulnerabilidad para las islas, las aves marinas y otras formas de vida marina silvestre, los ecosistemas de la isla y los recursos culturales de la RBLA. Las actividades de aprovechamiento son intensas y también conllevan una larga historia de explotación intensiva de algunos recursos individuales tales como aves marinas, huevos, mariscos, especies pesqueras, etc. (ver Bahre y Bourillón 2002, Bowen 2000). Los usos de recursos no consuntivos también están aumentando. Así, el contacto cercano entre actividades consuntivas y no consuntivas con los recursos de la región, aunque no siempre en forma directa, siempre ha ejercido y continuará ejerciendo fuertes efectos negativos potenciales y reales sobre las aves marinas y otras poblaciones marinas silvestres. Irónicamente, ciertas formas de turismo y otras actividades "benignas" deseables en el área por personas con motivos

Copyrighted material

Tabla 1. Indicadores de aves que anidan en las islas seleccionadas para el monitoreo de la salud ecológica marina dentro de los límites de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes, junto con los valores sugeridos de línea de base. Las especies seleccionadas son las más representativas del área y más fáciles de monitorear. No se incluyen poblaciones mayores de algunas de

Ubicación/Especie	Línea de base Nidos Activos[1]		
	No ENOS	ENOS	P
Isla Piojo/ Pelícano pardo	500–1,000	0–500	5
Islas Gemelos/ Cormorán orejudo	25–75	0–10	3
Islas Calavera, Jorobado, Coronadito/ Cormorán de Brandt	75–200	0–<50	2
Toda la Bahía de los Ángeles/			
Gaviota patas amarillas	150–300	0–100	4
Gavilán pescador	25–30	20–25	5
Halcón peregrino	4–6	4–6	5
Isla Cabeza de Caballo, y dispersos en otras partes/ Garza morena	15–20	0–10	4
Puerto Refugio/ Pelícano pardo	3,000–5,000	0–1,000	5
Gavilán pescador	40–50	25–35	4
Gaviota patas amarillas	75–100	?	3

[1] El número de nidos activos sugerido como nivel de línea de base está fundamentado en datos previos de largo plazo, o en algunos casos, en estimaciones de menor precisión.
[2] "La productividad" está expresada como valores estimados de volantones por nido activo; por consiguiente, el tipo de monitoreo que se sugiere requerirá múltiples visitas que no perturben a las diferentes especies que están siendo estudiadas. Las mejores especies a monitorear serían también, por ende, las que puedan ser monitoreadas a distancia, de preferencia desde embarcaciones a la orilla de la playa. Algunas especies podrían además ser estudiadas mediante marcaje con bandas y radiotelemetría.

Copyrighted material

estas (y otras) especies en la región que no se encuentren dentro de los límites de la reserva (ej. región de las Grandes Islas). Las áreas con "?" representan necesidades de monitoreo de las poblaciones y áreas donde se requiere más investigación. P = "precisión" estimada, siendo 5 la mayor y 1 la menor. Estas áreas son donde se requerirán esfuerzos de monitoreo de campo de largo plazo

Línea de base Productividad[2]			Observaciones
No ENOS	ENOS	P	
0.7–1.5+	0.0–0.5	5	Las condiciones en Piojo usualmente son similares a toda la RBLA (principales colonias
±2.0?	<1?	1	en la región de las Grandes Islas)
?	?	1	Ninguna de las especies de cormorán está bien estudiada en la RBLA
0.5–2.0	0.0–0.3	3	Común, fácilmente monitoreada
0.9–1.2	0.5–0.7	5	Fácilmente monitoreado desde embarcaciones
2–3	2–3?	5	Protección crítica, vigilancia requerida
±2	<1	3	No común, pero importante como un indicador de especies
0.7–1.5+	0.0–0.5	5	Como en todas partes, altamente sujeto a perturbaciones, acceso restringido a las colonias
0.9–1.2	0.5–0.7	5	
0.5–2.0	0.0–0.3	3	Valores dados sugeridos; debido al gran tamaño de la Isla Ángel de la Guarda, se requiere definir área de estudio para monitoreo

totalmente diferentes (recreativos y estéticos), también ejercen efectos potencialmente negativos similares sobre los recursos.

Las aves marinas no se consideran entre los símbolos más conspicuos de conservación en la región, en cuyo lugar están la totoaba (un pez, *Totoaba macdonaldii*) y la vaquita de mar (un cetáceo, *Phoecenus sinus*) (Cisneros *et al.* 1995). No obstante, cualquier discusión sobre la conser-

Copyrighted material

vación de estas dos especies es igualmente aplicable en muchos casos de aves marinas.

Filosofía de la conservación

Las amenazas potenciales o reales a la conservación en la RBLA incluyen: la contaminación de las playas, la explotación comercial de las presas con que se alimentan las aves marinas, la captura incidental de importantes peces que también les sirven de alimento, los impactos antropogénicos, la destrucción y reducción del hábitat, y la introducción de depredadores y otras especies exóticas en sitios utilizados como colonias reproductivas y en cualquier parte en las islas. La planeación de la conservación necesita considerar los siguientes aspectos: (1) los gobiernos local, estatal y federal deben asegurar la protección de estos ecosistemas poniendo en vigor y exigiendo la aplicación de leyes ambientales, utilizando los datos generados por la investigación para tomar decisiones informadas, e impulsando los estudios destinados a la conservación tales como el monitoreo de especies indicadoras y recursos pesqueros; (2) la conservación del hábitat natural debe continuar siendo la principal manera de abordar el problema, sin embargo ésta debe estar integrada a la consecución e implementación de planes de manejo e incluso actividades de restauración cuando así se considere necesario; (3) los programas de cooperación entre las dependencias gubernamentales encargadas de la vida silvestre de Canadá, Estados Unidos y México, deben ampliarse, pero las soluciones a los problemas deben ser operativas para las localidades específicas; (4) si no es posible un monitoreo completo, éste podría abreviarse mediante una cuidadosa selección de especies "indicadoras" cuyo monitoreo también podría ser de gran utilidad.

Con base en el concepto de "manejo adaptativo", la investigación aplicada y el monitoreo deberán constituir el fundamento para la evaluación y adaptación constante de las prácticas de manejo implementadas en la RBLA y, más específicamente en la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes. Por tanto, es importante establecer prioridades de investigación aplicadas a los temas de manejo y continuar con un programa de monitoreo interinstitucional de largo plazo en diferentes regiones de las áreas naturales protegidas y en su periferia.

Copyrighted material

Necesidades de monitoreo para las aves marinas y datos de línea de base

Para propósitos de monitoreo de aves marinas recomendamos mantener una **base de datos de largo plazo** de productividad y número de nidos de varias especies de aves marinas indicadoras de la RBLA (tabla 1). Estas especies han sido seleccionadas principalmente porque en muchos casos las bases de datos de largo plazo ya existen, y los cambios en cantidad y productividad ayudarían a identificar nuevos problemas que pudieran surgir tales como el incremento en los niveles de perturbación, cambios globales del clima, etc. Los sitios de crianza de aves marinas y la variabilidad en el número de parejas anidantes se resumen como valores de línea de base para la RBLA en la tabla 1 y en las figuras 4 y 5, y están fundamentados en investigaciones conducidas por los autores entre 1971 y 2005.

La **selección de las especies indicadoras, bandera y sombrilla** será importante porque no es posible el monitoreo todas las especies en cada lugar, y éste más efectivo conforme mejor se planeen las comparaciones. Por ejemplo, frecuentemente las observaciones por pares de diferentes grupos de alimentación de aves marinas, tales como los que se alimentan en la superficie y las zambullidoras, resultan reveladoras, especialmente si podemos incluir también mediciones de temperatura y otras correlaciones ambientales. También son útiles los estudios dirigidos a diferentes niveles tróficos (piscívoros *vs.* planctívoros) o especies con áreas de forrajeo contrastantes (la costa *vs.* zonas oceánicas). El monitoreo de los parámetros reproductivos de las aves marinas en sus colonias también debe ir aparejado a mediciones simultáneas e independientes de abundancia de presas, algo que rara vez ocurre hasta ahora.

Proponemos la exploración biológica detallada de la Isla Ángel de la Guarda durante varias temporadas, en diferentes años, y explorando además todos sus elementos bióticos y físicos.

Agradecimientos

Agradecemos a Gustavo Danemann y Exequiel Ezcurra el habernos animado a integrar esta reseña, así como por las ideas y asistencia técnica que nos

Copyrighted material

dieron. Las versiones finales de las figuras fueron realizadas por Socorro Muñoz. Agradecemos también las ideas aportadas y la ayuda proporcionada por Carlos Godínez, Antonio Reséndiz y muchos otros a lo largo de varios años, así como a muchos otros amigos de la comunidad de BLA que nos ayudaron de una u otra manera.

Resumen

Debido a su gran productividad primaria y secundaria, a escala mundial la región de Bahía de los Ángeles (RBLA) ocupa un lugar preponderante para las aves. De las poblaciones de aves marinas de todo el mundo que anidan en islas, grandes porcentajes de al menos diez especies anidan en la RBLA. La Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes es un importante microcosmos que forma parte de esta vasta e importante región. Los temas de conservación en la región incluyen: los impactos antropogénicos, la introducción de depredadores y otras especies exóticas a las islas de anidación, los usos que destruyen los hábitats en la zona costera, y la explotación comercial de los peces y otras especies de las que dependen las aves marinas y otras especies marinas silvestres. La falta de manejo y restauración es otra "amenaza" potencial a la conservación de los recursos naturales de la RBLA. La conservación de las aves es tan sólo parte de un plan más amplio de manejo y conservación de las islas. Como parte de este plan de manejo será necesario establecer un programa de monitoreo de largo plazo para una serie de recursos "sombrilla" de la región, entre ellos su avifauna, mismo que será necesario para complementar y fortalecer un manejo proactivo que permita contar con datos adicionales de largo plazo que, a su vez, sirvan para interpretar cambios futuros en función de las amenazas presentes e inminentes. El manejo activo y coordinado, y su ejecución, así como la educación y las actividades de investigación en la zona, son esenciales para lograr los objetivos de conservación en el área. Todas las actividades que actualmente se realizan en la RBLA, y en las que están involucrados el gobierno federal, las ONG, los gobiernos locales y otras organizaciones que incluyen algunas de la comunidad local, todas ellas necesitan de mayores apoyos.

Copyrighted material

Abstract

Because of its high primary and secondary productivity, the Bahía de Los Ángeles Region's importance to birds is relevant on a worldwide scale. Large percentages of the total worldwide island-nesting populations of at least ten seabird species nest in the BLAR. Bahía de Los Ángeles Biosphere Reserve is an important microcosm of this larger, world-important area. Conservation issues in the region include: human disturbance, introduction of predators and other exotic species to the nesting islands, habitat-destroying uses in the coastal zone, and commercial exploitation of fish and other species on which seabirds and other marine wildlife depend. A lack of management and restoration is another potential "threat" to the conservation of natural resources of the BLAR. Bird conservation is only part of a larger program of island conservation and management. In such island-oriented management program, it will be necessary to establish a long-term monitoring program for a series of "umbrella" resources in the BLAR, including its avifauna. This will be necessary to supplement and bolster active management in the region to obtain additional long-term data so that future changes can be interpreted in relation to both current and impending threats. Active and fully-coordinated management and enforcement, education, and research activities are essential. Current activities in the region, that now involve federal governmental agencies, NGOs, local governments and other organizations, including community involvement, all need increased support.

Referencias

Alvarez-Borrego S. 2002. Physical oceanography. En: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortez*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 41–59.

Anderson DW. 1980. Islands, seabirds, and man: conservation in the Gulf of California. En: PP Schaeffer, SM Ehlers (eds.), *The birds of Mexico: their ecology and conservation*. National Audubon Society, Western Education Center, Tiburon, CA. Pp. 27–37.

Anderson DW. 1983. The seabirds. En: TJ Case, ML Cody (eds.), *Island biogeography in the Sea of Cortez*. University of California Press, Berkeley, CA. Pp. 246–264, 474–481.

Copyrighted material

Anderson DW, Keith JO. 1980. The human influence on seabird nesting success: *Biol. Cons.* 18: 65–80.

Anderson DW, Gress F. 1982. Brown pelicans and the anchovy fishery off southern California. En: DN Nettleship, GA Sanger, PF Springer (eds.), *Marine birds: their feeding ecology and fisheries relationships*. Canadian Wildlife Service, Ottawa. Pp. 128–135.

Anderson DW, Gress F. 1983. Status of a northern population of California Brown Pelicans. *Condor* 85: 79–88.

Anderson DW, Jehl Jr JR, Risebrough RW, Woods Jr LA, DeWeese L R, Edgecomb WG. 1975. Brown Pelicans: improved reproduction off the Southern California coast. *Science* 190: 806–808.

Anderson DW, Mendoza JE, Keith JO. 1976. Seabirds in the Gulf of California: a vulnerable, international resource. *Nat. Res. J.* 16: 483–505.

Anderson DW, Gress F, Mais KF, Kelly PR. 1980. Brown pelicans as anchovy stock indicators and their relationships to commercial fishing. *CalCOFI Rep.* 21: 54–61.

Anderson DW, Gress F, Mais KF. 1982. Brown Pelicans: influence of food supply on reproduction. *Oikos* 39: 23–31.

Anderson DW, Keith JO, Trapp GR, Gress F, Moreno LA. 1989. Introduced small ground predators in California Brown Pelican colonies. *Colonial Waterbirds* 12: 98–103.

Anderson DW, Gress F, Carter HR, Kelly PR, MacCall AD. 2001. Marine bird resources. En: Leet WS, DeWees CM, Klingvbeil R, Larson EJ (eds.), *California's living marine resources: a status report*. California Department of Fish and Game, Sacramento, CA. Pp. 541–550.

Anderson DW, Palacios E, Mellink E, Valdes-Casillas C. 2003. Migratory bird conservation and ecological health in the Colorado River Delta region. En: DJ Rapport, BL Lasley, DE Rolston, NO Nielsen, CO Qualset, AB Damania (eds.), *Managing for healthy ecosystems*. CRC Press LLC. Boca Raton, Florida. Pp. 1091–1109.

Bahre CJ, Bourillon L. 2002. Human impact in the Midriff Islands. En: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A new island biogeography of the Sea of Cortez*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pp. 383–406.

Bancroft G. 1927a. Breeding birds of Scammon's Lagoon, Lower California. *Condor* 29: 29–57.

Bancroft G. 1927b. Notes on the breeding coastal and insular birds of central Lower California. *Condor* 29: 188–195.

Copyrighted material

Blais JM, Kimpe LE, McMahon D, Keatley BE, Mallory ML, Douglas MSV, Smol JP. 2005. Arctic seabirds transport marine-derived contaminants. *Science* 309: 445.

Bowen T. 2000. *Unknown island: Seri Indians, Europeans, and San Esteban Island in the Gulf of California*. University of New Mexico Press, Albuquerque.

Bowen T. 2004. Archaeology, biology and conservation on islands in the Gulf of California. *Environ. Cons.* 31: 199–206.

Briggs JC. 1974. *Marine zoogeography*. McGraw-Hill Book Co., New York and London. 475 pp.

Bryant WE. 1889. *A catalogue of the birds of Lower California*, México. Proc. Calif. Acad. Sci. 237–320.

Cairns DK. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biol. Oceanogr.* 5: 261–271.

Caro TM, O'Doherty G. 1999. On the use of surrogate species in conservation biology. *Cons. Biol.* 13: 805–814.

Carter HR, Sowls AL, Rodway MS, Wilson UW, Lowe RW, McChesney GJ, Gress F, Anderson DW. 1995. Population size, trends, and conservation problems of the Double-crested Cormorants on the Pacific coast of North America. *Colonial Waterbirds 18 (Spec. Publ. 1):* 189–215.

Cartron J-LE, Ceballos G, Felger RS. 2005. *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico*. Oxford University Press, New York. 496 pp.

Case TJ, Cody ML. 1983. *Island biogeography in the Sea of Cortez*. University of California Press, Berkeley, CA, 508 pp.

Case TJ, Cody ML, Ezcurra E. 2002. *A new island biography of the Sea of Cortez*. Oxford University Press, Oxford, UK, 669 pp.

Cisneros-Mata MA, Montemayor-López G, Román-Rodríguez MJ. 1995. Life history and conservation of *Totoaba macdonaldi*. *Cons. Biol.* 9: 806–814.

Cody ML. 1983. The land birds. En: TJ Case, ML Cody, E Ezcurra (eds.), *A new island biogeography of the Sea of Cortez*. Oxford University Press, Oxford, UK. Pp. 210–245.

Cody ML, Velarde E. 2002. Land birds. En: TJ Case, ML Cody (eds.), *Island biogeography of the Sea of Cortez*. University of California Press, Berkeley. Pp. 271–312.

DeWeese LR, Anderson DW. 1976. Distribution and breeding biology of the Craveri's Murrelet. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 18: 155–168.

Donlan CJ, Howald GR, Tershy BR, Croll DB. 2003. Evaluating alternative rodenticides for island conservation: roof rat eradication from the San Jorge Islands, Mexico. *Biol. Cons.* 114: 29–34.

Copyrighted material

Erickson RA, Howell SNG (eds.). 2001. Birds of the Baja California peninsula: status, distribution, and taxonomy. *American Birding Association Monographs in Field Ornithology* No. 3.

Everett WT, Anderson DW. 1991. Status and conservation of the breeding seabirds on offshore Pacific islands of Baja California and the Gulf of California. *International Council for Bird Protection Technical Publication* 11: 115–139.

Ezcurra E, Bourillón L, Cantú A, Martínez MA, Robles A. 2002. Ecological conservation. En: TJ Case, Cody ML, Ezcurra E (eds.), *A new island biogeography of the Sea of Cortez*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 417–444.

Gress F, Anderson DW. 1983. *California Brown Pelican recovery plan*. U. S. Fish and Wildlife Service, Portland, OR, 179 pp.

Gress F, Risebrough RW, Anderson DW, Kiff LF, Jehl Jr JR. 1973. Reproductive failures of Double-crested Cormorants in Southern California and Baja California. *Wilson Bull.* 85 :197–208.

Grinnell J. 1928. A distributional summation of the ornithology of lower California. *University of California Publications in Zoology* 32 :1–300.

Guillén-Herrera J, Palacios E, Amador-Silva ES. 1995. Further records of the Masked Booby from Baja California. *Western Birds* 26: 200–202.

Hand JL. 1980. Human disturbance in Western (=Yellow-footed) Gull (*Larus occidentalis livens)* colonies and possible amplification by intraspecific predation. *Biol. Cons.* 18: 59–63.

Henny CJ, Anderson DW. 1979. Osprey distribution, abundance, and status in western North America: III. The Baja California and Gulf of California population. *Bull. Southern Calif. Acad. Sci.* 78: 89–106.

Henny CJ, Anderson DW. 2004. Status of nesting Ospreys in coastal Baja California, Sonora and Sinaloa, Mexico, 1977 and 1992-1993. *Bull. Southern Calif. Acad. Sci.* 103: 95–114.

Howell SNG. 2001. Regional distribution of the breeding avifauna of the Baja California peninsula. En: RA Erickson, Howell SNG (eds.), *Birds of the Baja California peninsula: status, distribution, and taxonomy*. Monographs in Field Ornithology No. 3. Pp. 10–22.

Howell SNG, Webb S. 1995. *A guide to the birds of Mexico and northern Central America*. Oxford Univ. Press, New York, 851 pp.

Howell SNG, Erickson RA, Hamilton RA, Patten MA. 2001. An annotated checklist of the birds of Baja California and Baja California Sur. En: RA Erickson, SNG Howell

Copyrighted material

(eds.), *Birds of the Baja California Peninsula: status, distribution, and taxonomy.* Monographs in Field Ornithology No. 3. Pp. 171–203.

Huntley ME, Lopez MDG, Karl DM. 1991. Top predators in the Southern Ocean: a major leak in the biological carbon pump. *Science* 253: 64–66.

Jehl Jr. JR, Boyd WS, Paul DS, Anderson DW. 2002. Massive collapse and rapid rebound: population dynamics of Eared Grebes (*Podiceps nigricollis*) during an ENSO event. *The Auk* 119: 1162–1166.

Lambreck RJ. 1997. Focal species: a multi-species umbrella for nature conservation. *Cons. Biol.* 11: 849–856.

Longhurst A. 1998. *Ecological geography of the sea.* Academic Press, New York and London, 398 pp.

Mellink E, Ceballos G, Luévano J. 2002. Population demise and extinction threat of the Angel de la Guarda deer mouse (*Peromyscus guardia*). *Biol. Cons.* 108: 107–111.

Meyer G. 2004. Seasonal checklist of the birds of BLA. Museo Regional de Bahia de los Ángeles, Baja California. 1 pp. (available at: greg@getrips.com).

Moreno LA, Carmona LR. 1988. Ecología reproductiva de *Fregata magnificens* en Isla Santa Margarita, BCS. UABCS, México (Bachelor's thesis), 74 pp.

Noss RF. 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Cons. Biol.* 4: 355–364.

Orr RT. 1970. *Animals in migration.* The MacMillan Company, New York, NY, 303 pp.

Orta J. 1992. Family Phaethontidae (tropicbirds). En: J del Hoyo, A Elliott, J Sargatol (eds.), *Handbook of the birds of the world.* Lynx Edicions, Barcelona. Pp. 280–289.

Pacific Seabird Group. 2005. Pacific Seabird Group seabird conservation policy statement for the Gulf of California and waters off Western Baja California, Mexico. *Pacific Seabirds* 32: 46–51.

Pérez-Arteaga A, Jackson SF, Carrera E, Gaston KJ. 2005. Priority sites for wildfowl conservation in Mexico. *Animal Cons.* 8: 41–50.

Pitman RL. 1986. Atlas of seabird distribution and relative abundance in the eastern tropical Pacific. NMFS Admin. Report LJ-86-02C.

Polis GA, Winemiller KO (eds.). 1996. *Food webs: integration of patterns and dynamics.* Chapman and Hall, New York and London, 472 pp.

Simberloff D. 1998. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passé in the landscape era? *Biol. Cons.* 83: 247–257.

Spear LB, Anderson DW. 1989. Nest-site selection by Yellow-footed gulls. *Condor* 91: 91–99.

Copyrighted material

Tershy BR, Breese D. 1997. The birds of San Pedro Martír Island, Gulf of California, Mexico. *Western Birds* 28: 96–107.

Tershy BR, VanGelder E, Breese D. 1993. Relative abundance and seasonal distribution of seabirds in the Canal de las Ballenas, Gulf of California. *Condor*: 458–464.

Velarde E, Anderson DW. 1994. Conservation and management of seabird islands in the Gulf of California: setbacks and successes. En: DN Nettleship, J Burger, M Gochfeld (eds.), Seabirds on islands: threats, case studies and action plans. *Birdlife Cons. Ser.* 1 : 229–243.

Velarde E, Tordesillas MS, Vieyra L, Esquivel R. 1994. Seabirds as indicators of important fish populations in the Gulf of California. *CalCOFI Rep.* 35: 137–143.

Velarde E, Ezcurra E, Cisneros-Mata MA, Lavin MF. 2004. Seabird ecology, El Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecol. Appl.* 14: 607–615.

Velarde E, Cartron J-LE, Drummond H, Anderson DW, Rebón-Gallardo F, Palacios E, Rodríguez C. 2005. Nesting seabirds of the Gulf of California's offshore islands: diversity, ecology, and conservation. En: J-LE Cartron, G Ceballos, RS Felger (eds.), *Biodiversity, ecosystems, and conservation in northern Mexico*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 452–470.

Villa-Ramírez B. 1976. Isla Rasa, Baja California, enigma y paradigma. *Supervivencia* 2:17–29.

Wilbur SR. 1987. *Birds of Baja California*. University of California Press, Berkeley, CA, 253 pp.

Zárate-Ovando B, Palacios E, Reyes-Bonilla H, Amador E, Saad G. 2006. Waterbirds of the lagoon complex Magdalena Bay – Almejas, Baja California Sur, México. *Waterbirds* 29: 350-364.

Comunicaciones personales

Balance L.
Pfister, B y T.
Pitman R.

Copyrighted material

Apéndice 1. Lista y estado de las aves acuáticas del estado de Baja California (BC) y la región Bahía de los Ángeles (RBLA)

Nombre en inglés	Nombre común en México	Nombre científico	Estado temporal en BC	Estado de crianza BC	Estado de crianza RBLA
Red-throated Loon	Colimbo menor	*Gavia stellata*	W		
Pacific Loon	Colimbo pacífico	*Gavia pacifica*	W		
Common Loon	Colimbo mayor	*Gavia immer*	W		
Pied-billed Grebe	Zambullidor pico grueso	*Podilymbus podiceps*	R	*	
Horned Grebe	Zambullidor cornudo	*Podiceps auritus*	W		
Eared Grebe	Zambullidor orejudo	*Podiceps nigricollis*	R	(*)	
Western Grebe	Achichilique pico amarillo	*Aechmophorus occidentalis*	R	(*)	
Clark's Grebe	Achichilique pico naranja	*Aechmophorus clarkii*	V	(+)	
Laysan Albatross	Albatros de Laysan	*Phoebastria immutabilis*	R	*	
Black-footed Albatross	Albatros patas negras	*Phoebastria nigripes*	V		
Northern Fulmar	Fulmar norteño	*Fulmarus glacialis*	W		
Pink-footed Shearwater	Pardela patas rosadas	*Puffinus creatopus*	V		
Buller's Shearwater	Pardela de Buller	*Puffinus bulleri*	V		
Sooty Shearwater	Pardela gris	*Puffinus griseus*	V		
Short-tailed Shearwater	Pardela cola corta	*Puffinus tenuirostris*	V		
Black-vented Shearwater	Pardela mexicana	*Puffinus opisthomelas*	R	*	*?
Galapagos (Wedge-rumped) Storm-petrel	Paiño de Galapagos	*Oceanodroma tethys*	V		
Leach's Storm-Petrel	Paíño de Leach	*Oceanodroma leucorhoa*	R	*	
Black Storm-Petrel	Paíño negro	*Oceanodroma melania*	R	*	*
Least Storm-Petrel	Paíño menor	*Oceanodroma microsoma*	R	*	*
Red-billed Tropicbird	Rabijunco pico rojo	*Phaethon aethereus*	R	*?	*
Masked Booby	Bobo enmascarado	*Sula dactylatra*	X		
Blue-footed Booby	Bobo patas azules	*Sula nebouxii*	R	*	*
Brown Booby	Bobo café	*Sula leucogaster*	R	*	*
American White Pelican	Pelícano blanco	*Pelecanus erythrorhynchos*	W		
Brown Pelican Double-crested	Pelícano pardo	*Pelecanus occidentalis*	R	*	*

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 1. Lista y estado de las aves acuáticas del estado de Baja California (BC) y la región Bahía de los Ángeles (RBLA) *(continúa)*

Nombre en inglés	Nombre común en México	Nombre científico	Estado temporal en BC	Estado de crianza BC	Estado de crianza RBLA
Cormorant	Cormorán orejudo	*Phalacrocorax auritus*	R	*	*
Brandt's Cormorant	Cormorán de Brandt	*Phalacrocorax penicillatus*	R	*	*
Pelagic Cormorant	Cormorán pelágico	*Phalacrocorax pelagicus*	R	*	
Magnificent Frigatebird	Fragata magnífica	*Fregata magnificens*	V		
Great Blue Heron	Garza morena	*Ardea herodias*	R	*	*
Great Egret	Garza blanca	*Ardea alba*	R	*	
Snowy Egret	Garceta patas doradas	*Egretta thula*	R	*	*?
Little Blue Heron	Garceta azul	*Egretta caerulea*	V		
Tricolored Heron	Garceta tricolor	*Egretta tricolor*	V		
Reddish Egret	Garceta rojiza	*Egretta rufescens*	R	*	*
Cattle Egret	Garza ganadera	*Bubulcus ibis*	R	*	
Green-backed Heron	Garceta verde	*Butorides virescens*	R	*	*
Black-crowned Night-Heron	Pedrete corona negra	*Nicticorax nicticorax*	R	*	
Yellow-crowned Night Heron	Pedrete corona clara	*Nyctanassa violacea*	R	*	*?
White-faced Ibis	Ibis cara blanca	*Plegadis chihi*	V		
Brant	Ganso de collar	*Branta bernicla*	X		
Green-winged Teal	Cerceta alas verdes	*Anas crecca*	W		
Mallard	Pato de collar	*Anas platyrhynchos*	R	*	
Northern Pintail	Pato golondrino	*Anas acuta*	W		
Cinnamon Teal	Cerceta canela	*Anas cyanoptera*	R	*	
Northern Shoveler	Pato cucharón-norteño	*Anas clypeata*	W		
Gadwall	Pato friso	*Anas strepera*	W		
American Wigeon	Pato chalcuán	*Anas americana*	W		
Canvasback	Pato coacoxtle	*Aythya valisineria*	W		
Redhead	Pato cabeza roja	*Aythya americana*	R	*	
Ring-necked Duck	Pato pico anillado	*Aythya collaris*	W		
Lesser scaup	Pato boludo menor	*Aythya affinis*	W		
Surf Scoter	Negreta nuca blanca	*Melanitta perspicillata*	W		
White-winged Scoter	Negreta alas blancas	*Melanitta fusca*	W		

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 1. Lista y estado de las aves acuáticas del estado de Baja California (BC) y la región Bahía de los Ángeles (RBLA) *(continúa)*

Nombre en inglés	Nombre común en México	Nombre científico	Estado temporal en BC	Estado de crianza BC	Estado de crianza RBLA
Bufflehead	Pato monja	*Bucephala albeola*	W		
Common Goldeneye	Pato chillón	*Bucephala clangula*	W		
Common Merganser	Mergo mayor	*Mergus merganser*	W		
Red-breasted Merganser	Mergo copetón	*Mergus serrator*	W		
Ruddy Duck	Pato tepalcate	*Oxyura jamaicensis*	R	*	
Osprey	Gavilán pescador	*Pandion haliaetus*	R	*	*
Peregrine Falcon	Halcón peregrino	*Falco peregrinus*	R	*	*
Clapper Rail	Rascón picudo	*Rallus longirostris*	R	*	
Virgina Rail	Rascón limícola	*Rallus limicola*	R	*	
Sora	Polluela sora	*Porzana carolina*	R	*	
Common Moorhen	Gallineta frente roja	*Gallinula chloropus*	R	*	
American Coot	Gallareta americana	*Fulica americana*	R	*	*?
Black-bellied Plover	Chorlo gris	*Pluvialis squatarola*	W		
Snowy Plover	Chorlo nevado	*Charadrius alexandrinus*	R	*	*
Wilson's Plover	Cholo pico grueso	*Charadrius wilsonia*	R	*	*
Semipalmated Plover	Chorlo semipalmeado	*Charadrius semipalmatus*	W		
Killdeer	Chorlo tildío	*Charadrius vociverus*	R	*	*
Mountain Plover	Chorlo llanero	*Charadrius montanus*	W		
American Oystercatcher	Ostrero americano	*Haematopus palliatus*	R	*	*
American Avocet	Avoceta americana	*Recurvirostra americana*	R	*	
Greater Yellowlegs	Patamarilla mayor	*Tringa melanoleuca*	W		
Lesser Yellowlegs	Patamarilla menor	*Tringa flavipes*	W		
Solitary Sandpiper	Playero solitario	*Tringa solitaria*	T		
Willet	Playero pihuiuí	*Catoptrophorus semipalmatus*	W		
Wandering Tattler	Playero vagabundo	*Heteroscelus incanus*	W		
Spotted Sandpiper	Playero alzacolita	*Actitis macularia*	W		
Whimbrel	Zarapito trinador	*Numenius phaeopus*	W		
Long-billed Curlew	Zarapito pico largo	*Numenius americanus*	W		
Marbled Godwit	Picopando canelo	*Limosa fedoa*	W		
Ruddy Turnstone	Vuelvepiedras rojizo	*Arenaria interpress*	W		
Black Turnstone	Vuelvepiedras negro	*Arenaria melanocephala*	W		
Surfbird	Playero roquero	*Aphriza virgata*	W		
Red Knot	Playero canuto	*Calidris canutus*	W		

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 1. Lista y estado de las aves acuáticas del estado de Baja California (BC) y la región Bahía de los Ángeles (RBLA) *(continúa)*

Nombre en inglés	Nombre común en México	Nombre científico	Estado temporal en BC	Estado de crianza BC	Estado de crianza RBLA
Sanderling	Playero blanco	*Calidris alba*	W		
Western Sandpiper	Playero occidental	*Calidris mauri*	W		
Least Sandpiper	Playero chichicuilote	*Calidris minutilla*	W		
Baird's Sandpiper	Playero de Baird	*Calidris bairdii*	T		
Pectoral Sandpiper	Playero pectoral	*Calidris melanotos*	T		
Dunlin	Playero dorso rojo	*Calidris alpina*	W		
Short-billed Dowitcher	Costurero pico corto	*Limnodromus griseus*	W		
Long-billed Dowitcher	Costurero pico largo	*Limnodromus scolopaceus*	W		
Common Snipe	Agachona común	*Gallinago gallinago*	W	[R*?]	
Wilson's phalarope	Falaropo pico largo	*Phalaropus tricolor*	T		
Red-necked Phalarope	Falaropo cuello rojo	*Phalaropus lobatus*	T		
Red Phalarope	Falaropo pico grueso	*Phalaropus fulicaria*	T		
Pomarine Jaeger	Salteador pomarino	*Stercorarius pomarinus*	V		
Parasitic Jaeger	Salteador parásito	*Stercorarius parasiticus*	V		
Long-tailed Jaeger	Salteador cola larga	*Stercorarius longicaudus*	T		
South Polar Skua	Págalo sureño	*Stercorarius maccormicki*	V		
Bonaparte's Gull	Gaviota de Bonaparte	*Larus philadelphia*	W		
Heermann's Gull	Gaviota ploma	*Larus heermanni*	R	*	*
Ring-billed Gull	Gaviota pico anillado	*Larus delawarensis*	W		
California Gull	Gaviota californiana	*Larus californicus*	W		
Herring Gull	Gaviota plateada	*Larus argentatus*	W		
Thayer's Gull	Gaviota de Thayer	*Larus thayeri*	W		
Yellow-footed Gull	Gaviota pata amarilla	*Larus livens*	R	*	*
Western Gull	Gaviota occidental	*Larus occidentalis*	R	*	
Glaucous-winged Gull	Gaviota de alas glaucas	*Larus glaucescens*	W		
Glaucous Gull	Gaviota blanca	*Larus hyperboreus*	W		
Black-legged Kittiwake	Gaviota patas negras	*Rissa tridactyla*	W		
Sabine's Gull	Gaviota cola hendida	*Xema sabini*	T		
Gull-billed Tern	Charrán pico grueso	*Sterna nilotica*	S	*	
Caspian Tern	Charrán caspia	*Sterna caspia*	R	*	
Royal Tern	Charrán real	*Sterna maxima*	R	*	*
Elegant Tern	Charrán elegante	*Sterna elegans*	S	*	*

(Continúa)

Copyrighted material

Apéndice 1. Lista y estado de las aves acuáticas del estado de Baja California (BC) y la región Bahía de los Ángeles (RBLA) *(continúa)*

Nombre en inglés	Nombre común en México	Nombre científico	Estado temporal en BC	Estado de crianza BC	Estado de crianza RBLA
Forster's Tern	Charrán de Forster	*Sterna forsteri*	R	*	
Least tern	Charrán mínimo	*Sterna antillarum*	S	*	
Black Tern	Charrán negro	*Chlidonias niger*	T		
Black Skimmer	Rayador americano	*Rhynchops niger*	R	*	
Craveri's Murrelet	Mergulo de Craveri	*Synthliboramphus craveri*	R	*	*

Códigos de Estado y Crianza (ver Howell *et al.* 2001):
R: residente de reproducción local confirmada o presunta;
S: visitante de reproducción local estival;
W: visitante invernal;
V: visitante que no se reproduce localmente, presente incluso todo el año (principalmente aves marinas);
T: migrante transitorio;
X: vagabundo o especie muy raramente registrada y para la cual los datos son insuficientes para determinar su estado.
* Especies de reproducción local confirmadas.
*? Probable reproducción local.
+ Posible reproducción local.
(*) Reproducción irregular y/o anterior (confirmada, probable o posible)
[ ] Reproducción anterior (confirmada, probable o posible)

Copyrighted material

Copyrighted material

19 *Ballenas y delfines*

Gisela Heckel, Paloma Ladrón de Guevara y
Lorenzo Rojas-Bracho

Introducción

Una zona rica en nutrientes y con constante productividad primaria conduce al desarrollo de redes tróficas complejas y dinámicas. El Golfo de California en general presenta condiciones hidrográficas únicas que permiten una alta productividad biológica, desde los productores primarios hasta los consumidores secundarios y terciarios. Además, por sus características subtropicales, propicia una gran diversidad de especies en todos los niveles tróficos (Alvarez-Borrego 1983). También se puede encontrar una cantidad relativamente grande de especies pertenecientes al orden Cetacea (las ballenas, los delfines y las marsopas), las que según sus hábitos alimentarios, ocupan diferentes niveles tróficos y aprovechan el amplio espectro de presas que se distribuyen en las ricas aguas del Golfo de California (Vidal *et al.* 1993, Urbán-Ramírez *et al.* 2005).

El Canal de Ballenas se considera una de las regiones con mayor productividad biológica del Golfo de California (Alvarez-Borrego y Lara-Lara 1991). Aunque en el resto del golfo se presenta una clara estacionalidad en la productividad primaria, esto no ocurre en el Canal de Ballenas (Santamaría-del Ángel 1995). Hay una fuerte mezcla de la columna de agua que se ha atribuido a la interacción de corrientes de mareas fuertes con una batimetría com-

Copyrighted material

pleja (Badan-Dangon *et al.* 1985, Paden *et al.* 1991). También se ha atribuido a las surgencias de verano y eventos locales de fuertes vientos (Cortés-Lara *et al.* 1999, Marinone y Lavín 2003). Sin embargo, estudios recientes han mostrado que la circulación profunda a través de los umbrales al sur de Isla San Lorenzo y en el norte del Canal de Ballenas propician un flujo de aguas profundas hacia adentro del canal (convergencia) y un flujo hacia afuera en la superficie (divergencia) en ambos extremos. Esta circulación implica una surgencia constante de aguas profundas en el canal a una velocidad comparable con las de otras regiones costeras de surgencias en el mundo (López *et al.* 2006). Por lo tanto, esta surgencia podría ser responsable de la temperatura superficial relativamente baja y el aporte de nutrientes a la superficie durante todo el año; de ahí que se observe que la productividad primaria en el Canal de Ballenas no presente cambios estacionales tan marcados como en el resto del Golfo de California (Santamaría-del Ángel, 1995). Aún así, la variación espacial y temporal de las condiciones oceanográficas ejerce una influencia en la productividad biológica y, por lo tanto, en la distribución de las especies de ballenas y delfines (Ballance 2002).

El Canal de Ballenas es un área importante para los cetáceos, con las 16 especies allí que se han reportado a lo largo del año (Anexo 1), es decir, 52% de las 31 especies registradas en el Golfo de California (Urbán-Ramírez *et al.* 2005). La mayoría de estos registros son resultados de cruceros que se realizaron en todo el Golfo de California y abarcaron por un breve período el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles (BLA; Wells *et al.* 1981, Rojas-Bracho 1984, Vidal *et al.* 1987, Gendron 1993, Mangels y Gerrodette 1994, Gerrodette y Palacios 1996), navegaciones en panga (Enríquez-Paredes 1996, Urbán-Ramírez 1996), o bien recopilaciones de observaciones y varamientos (Leatherwood *et al.* 1979, Vidal *et al.* 1993, Guerrero-Ruiz *et al.* 1998, Urbán-Ramírez *et al.* 2005). Solamente se han realizado dos estudios enfocados en la zona: el primero fue de 1983 a 1986 (Tershy *et al.* 1990, 1991, 1993a, 1993b; Tershy y Breese 1991; Tershy 1992; Breese y Tershy 1993), y el segundo de 2003 a 2004 (Ladrón de Guevara y Heckel 2004, Ladrón de Guevara *et al.* 2005, Barbosa-Devéze 2006, Heckel 2006). Ambos estudios se realizaron mediante navegaciones en panga y durante las cuatro estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), aunque difirieron en horas de esfuerzo de búsqueda (1378 hs de 1983–1986 *vs.* 964 hs de 2003–2004). En cuanto el área cubierta, ambos estudios abarcaron

Copyrighted material

BLA, pero en el estudio reciente se recorrió todo el Canal de Ballenas (Barbosa-Devéze 2006), mientras que en el anterior solamente se navegó en la parte sur de este canal (Breese y Tershy 1993).

Especies de cetáceos

Las especies registradas en esta rica zona del Golfo de California pertenecen a dos subórdenes, Mysticeti (cetáceos con barbas) y Odontoceti (cetáceos con dientes), y a seis familias (Anexo 1): Balaenopteridae (rorcuales como la ballena de aleta, azul, jorobada, de Bryde), Eschrichtiidae (ballena gris), Physeteridae (cachalote), Kogiidae (cachalote enano y pigmeo), Ziphiidae (zífidos) y Delphinidae (delfines). Debido a la gran capacidad de desplazamiento que tienen estos animales, y a la ausencia de información sobre su abundancia en la región de BLA y Canal de Ballenas, hacemos referencia a las poblaciones de todo el Golfo de California.

Probablemente el misticeto más importante en la región de BLA por su abundancia y presencia en el año, es el rorcual común (*Balaenoptera physalus*, fig. 1). Mide de 19 a 20 m de longitud y es la segunda especie de mamífero más grande del mundo después de la ballena azul. Durante decenas de años, se sospechó que en el Golfo de California habita una población residente (Gilmore 1957, Leatherwood *et al.* 1982, Rojas-Bracho 1984, Gambell 1985, Silber *et al.* 1994, Thompson *et al.* 1992, Tershy *et al.* 1993a). Investigaciones recientes han confirmado que no solamente es una población residente, sino que también está genéticamente aislada de la del Pacífico Nororiental (Bérubé *et al.* 2002, Urbán-Ramírez *et al.* 2005). Esto significa un reto importante en la conservación de los recursos que representan los mamíferos marinos en aguas de México. Tershy *et al.* (1990) estimaron el tamaño de la población del rorcual común entre 1983 y 1986 para el Canal de Ballenas en 546 individuos. Gerrodette y Palacios (1996) realizaron dos cruceros en verano y otoño de 1992 y 1993 que abarcaron todo el Golfo de California, y estimaron mediante transectos lineales una población de 820 ballenas (intervalo de confianza, IC, al 95%: 594–3229). Entre 1993 y 1995, Enríquez-Paredes (1996) y Urbán-Ramírez (1996) estimaron una población de 386 ballenas igualmente para todo el golfo (IC 95%: 282–488), mediante el método de captura-recaptura con fotoidentificación.

Copyrighted material

Otra especie muy importante para la región de BLA es el rorcual tropical o ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*, fig. 2). Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo. Entre las ballenas es una de las más pequeñas, con un promedio de longitud de 12 a 13 m. Estudios morfométricos y genéticos apuntan a la existencia de dos taxa diferentes: una forma mayor, la "común o típica", que es de hábitos oceánicos, y otra menor o "pigmea", más costera (Dizon *et al.* 1995, Rice 1998, Kato 2002). Aunque Rice (1998) propuso la probable existencia de dos especies (*B. edeni* para la forma costera y *B. brydei* para la oceánica), existen algunos aspectos taxonómicos que no se han resuelto (Kato y Fujise 2000, Kato 2002). Hasta ahora, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2003) y la Comisión Ballenera Internacional (IWC 2006) sólo reconocen una especie (*B. edeni*). Dados los resultados preliminares de estudios genéticos, cabe la posibilidad de que existan dos poblaciones en aguas del Golfo de California, una residente y otra relacionada con la población del Pacífico Oriental Tropical (Dizon *et al.* 1995, Urbán-Ramírez y Flores-Ramírez 1996). Posiblemente sea la forma menor la que se encuentra en el Canal de Ballenas y BLA, ya que ésta tiene hábitos costeros, no presenta las cicatrices características de la forma oceánica (Best 1977); a diferencia la oceánica que presenta una temporada reproductiva definida, la costera no presenta una temporada reproductiva restringida (en Canal de Ballenas se han observado crías de diferentes tamaños al mismo tiempo a lo largo del año), y generalmente son piscívoras (Tershy *et al.* 1990), tal como ha sido discutido por otros autores para otras zonas (Best 1977, Urbán-Ramírez y Flores-Ramírez 1996, Kato y Fujise 2000, Gallo-Reynoso *et al.* 2004). Tershy *et al.* (1990) estimaron el tamaño de la población del rorcual tropical en la región de BLA en 454 animales, basándose en la fotoidentificación de 160 individuos; para todo el golfo, ésta se ha estimado en 952 individuos (IC 95%: 435–2085; Gerrodette y Palacios 1996).

Los reportes sobre otras especies de ballenas son menos frecuentes que para los rorcuales común y tropical. De acuerdo con Gendron (2002), Baja California se considera como una zona de crianza, alimentación y probablemente de reproducción para la ballena azul (*Balaenoptera musculus*, fig. 3), que se presenta en el Golfo de California desde fines de otoño hasta primavera. Tershy *et al.* (1990) fotoidentificaron nueve individuos de ballena azul

Copyrighted material

durante los cuatro años que trabajaron en el Canal de Ballenas, principalmente en abril y mayo. Gendron (2002) reportó ocho avistamientos entre 1993 y 1999 en Bahía de los Ángeles, Canal de Ballenas y sus aguas adyacentes, incluidas madres con crías. Esta autora estimó el tamaño de la población de ballena azul en el golfo en 283 individuos (IC 95%: 114–703), para febrero de 1997.

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) también ha sido reportada en la zona, aunque su presencia en la región de BLA es esporádica. Urbán-Ramírez y Aguayo (1987) entre 1983 y 1986 encontraron 24 individuos de este rorcual en las aguas adyacentes a Isla Rasa, y tres avistamientos más en el Canal de Ballenas. En ese lugar, Ladrón de Guevara y Heckel (2004) reportaron dos avistamientos en 2003. Urbán-Ramírez *et al.* (1999) estimaron el tamaño de la población en el Pacífico Mexicano durante invierno/primavera en 1,813 individuos (IC 95%: 918–2,505).

El balaenoptérido más pequeño de todos, la ballena minke (*Balaenoptera acutorostrata*), es un visitante regular del Golfo de California. Es frecuente observarla a lo largo del año, pero sus patrones migratorios no son bien conocidos. Tershy *et al.* (1990) fotoidentificaron 6 de 17 individuos observados en el Canal de Ballenas entre 1983 y 1986 durante todas las estaciones del año. No se cuenta con una estimación de abundancia para el Golfo de California.

La ballena gris del Pacífico Oriental (*Eschrichtius robustus*) migra desde los mares de Bering, Beaufort y Chukotka, donde se alimenta en verano, hasta las áreas de reproducción en la costa occidental de la Península de Baja California (Rice *et al.* 1984) , y hasta hace algunos años, en el sur del Golfo de California (Findley y Vidal 2002). Los avistamientos en el norte del Golfo de California son ocasionales (Wells *et al.* 1981, Vidal *et al.* 1993, Silber *et al.* 1994). En BLA, sólo en cinco ocasiones se ha registrado ballenas grises (Tershy y Breese 1991, Sánchez-Pacheco *et al.* 2001, Ladrón de Guevara *et al.* 2005).

En cuanto a odontocetos, el delfín común (*Delphinus* spp.) es sin duda el cetáceo más abundante en el Golfo de California. Este género estuvo sujeto a controversias durante muchos años, en términos del número de especies que lo constituyen (Aguayo *et al.* 1986, Vidal *et al.* 1993, Pérez-Cortés *et al.* 2000). Estudios de morfometría (Heyning y Perrin 1994) y genética molecular (Rosel *et al.* 1994) reconocieron dos especies: el delfín común de rostro

Copyrighted material

largo, *D. capensis* (fig. 4), y el de rostro corto, *D. delphis*. Aunque ambos coinciden en porciones de su distribución en el Pacífico Oriental, únicamente *D. capensis* se encuentra en todo el Golfo de California, mientras que *D. delphis* se distribuye en la parte sur y la entrada de este golfo (Mangels y Gerrodette 1994, Gerrodette y Palacios 1996, Pérez-Cortés *et al.* 2000). Breese y Tershy (1993) reportaron a *D. delphis* como la especie más abundante en el Canal de Ballenas, pero debido a que este trabajo es previo a la definición actual de las dos especies, suponemos que en realidad se trataba de *D. capensis*. Se le ha reportado en todas las estaciones del año y llega a formar manadas de cientos o miles de individuos. (Breese y Tershy 1993, Barbosa-Devéze 2006). La única estimación de abundancia que existe para *D. capensis* es para el Golfo de California y asciende a 61,976 individuos (IC 95%: 31,295–154,153; Gerrodette y Palacios 1996).

Los tursiones (*Tursiops truncatus*, fig. 5) tienen una amplia distribución en el Golfo de California, y son la segunda especie de cetáceo más abundante en la región de BLA (Breese y Tershy 1993, Barbosa-Devéze 2006). Forman grupos mucho más pequeños que el delfín común, desde unos pocos individuos hasta algunas decenas. Se han hecho estudios relativamente locales en el Golfo de California (Acevedo-Gutiérrez 1991a, 1991b; Ballance 1992; Silber y Fertl 1995; Marcín-Medina 1997; Pérez-Cortés *et al.* 2000; Díaz-Gamboa 2001; Orozco-Meyer 2001; Carrillo y Mellink 2004; Salinas-Zacarías 2005). Mediante análisis de isótopos estables se ha confirmado que aquí coexisten dos ecotipos: el costero y el oceánico (Díaz-Gamboa 2003). Con observaciones en avistamientos y medición de proporciones en fotografías, Díaz-Gamboa (2003) propone una descripción morfológica externa para diferenciar a estas dos formas: El costero es más grande y robusto que el oceánico, su color dorsal es más claro y con una evidente capa dorsal más obscura que las capas lateral y ventral, mientras que el oceánico no presenta estas diferencias dorsales y laterales en la coloración. El rostro del costero es más corto, sus aletas pectorales más cortas y amplias. El costero generalmente se encuentra en grupos de 20 o menos individuos, mientras que el oceánico forma grupos más grandes (Díaz-Gamboa 2003). Según análisis con técnicas moleculares, las poblaciones costeras tienen un flujo genético más restringido a lo largo del Golfo de California y con poblaciones oceánicas (Segura 2004, Segura *et al.*, en prensa). Además, los tursiones oceánicos muestreados

Copyrighted material

en la región de las Grandes Islas (incluyendo BLA), fueron significativamente diferentes de los del sur y del norte del golfo, aunque mantienen cierto nivel de flujo genético (Segura 2004). Se ha estimado que la población de tursiones en el Golfo de California es de 33,799 individuos (IC 95%: 20,500–58,358; Gerrodette y Palacios 1996).

En el Canal de Ballenas se han registrado con poca frecuencia otros odontocetos: el cachalote (*Physeter macrocephalus*), el cachalote enano (*Kogia sima*), el calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), la orca (*Orcinus orca*), la orca falsa (*Pseudorca crassidens*), el delfín de Risso (*Grampus griseus*), y el zífido de Cuvier (*Ziphius cavirostris*; Anexo 1).

El odontoceto de mayor tamaño es el cachalote (longitud media: 10.4–11.0 m en hembras, 15.2–16.1 m en machos; Rice 1989). Aunque los registros eran poco frecuentes en el Golfo de California (Vidal *et al.* 1993), aparentemente los avistamientos aumentaron durante la década de 1990, probablemente asociados al regreso del calamar gigante, *Dosidicus gigas* (Gendron 2000a). En el Canal de Ballenas se le ha observado con poca frecuencia, pues entre 1983 y 1986 (1378 horas de esfuerzo de búsqueda), Breese y Tershy (1993) solamente registraron 11 individuos en 5 avistamientos. Barbosa-Devéze (2006) realizó 3 avistamientos con un total de 60 individuos en 2003 y 2004. La abundancia del cachalote en todo el Golfo de California se ha estimado en 417 individuos (IC 95%: 164–1144; Gerrodette y Palacios 1996).

El cachalote enano, mucho más pequeño que el cachalote (longitud media = 2.7 m; Caldwell y Caldwell 1989, Rice 1998), es difícil de observar en vida libre por su comportamiento en superficie, ya que se mantiene flotando, sin movimiento aparente (Gendron 2000b). En el Canal de Ballenas, Breese y Tershy (1993) observaron un individuo en noviembre de 1986, y en BLA se registró el varamiento de un individuo en verano de 2004 (Barbosa-Devéze 2006, Fuentes, com. pers.; fig. 6). No se ha estimado el tamaño de su población en el Golfo de California.

Tampoco se ha podido estimar la población de la orca falsa en el Golfo de California, debido a los escasos avistamientos y varamientos registrados (Pérez-Cortés *et al.* 2000, Urbán-Ramírez *et al.* 2005). En el Canal de Ballenas se le ha observado muy poco: 100 individuos en 11 avistamientos entre 1983 y 1986 (Breese y Tershy 1993) y un solo avistamiento con 80 individuos en 2004 (Barbosa-Devéze 2006).

Copyrighted material

El calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*, fig. 7) se confundió durante mucho tiempo con el calderón de aletas largas (*G. melas*), pero actualmente ambas especies están bien definidas (Rice 1998). El de aletas cortas se distribuye en aguas tropicales y subtropicales, mientras que el de aletas largas es bipolar en aguas templadas (Rice 1998). Por lo anterior, consideramos que el avistamiento de *G. melas* reportado por Wells *et al.* (1981) en el Canal de Ballenas en realidad debe adjudicarse a *G. macrorhynchus* (Anexo 1). Aunque se le considera relativamente común en el Golfo de California, en el Canal de Ballenas se le ha observado con mucha menor frecuencia que en otras partes del golfo. Breese y Tershy (1993) registraron 8 grupos de entre 2 y 9 individuos, mientras que Barbosa-Devéze (2006) tuvo 6 avistamientos (416 individuos en total) entre 2003 y 2004. Vázquez-Morquecho (1997) estimó que en la Bahía de la Paz hubo 652 individuos (± 2584) en 1993 y 416 (± 121) en 1994. La abundancia para todo el Golfo de California en verano y otoño de 1992 y 1993 se estimó en 3,923 (IC 95%: 1,591–9,829; Gerrodette y Palacios 1996).

En contraste, la orca se ha observado en el Canal de Ballenas durante todos los meses del año. Breese y Tershy (1993) tuvieron 27 avistamientos, aunque Barbosa-Devéze (2006) solamente tuvo dos. Se le considera una especie poco frecuente en el Golfo de California, ya que con una recopilación de 15 años (1972–1997) de fotografías de aletas dorsales (Guerrero-Ruiz *et al.* 1998), se reportaron 843 individuos en 156 avistamientos y 86 individuos fotoidentificados. No se cuenta con una estimación del tamaño de la población en el golfo.

En cuanto al delfín gris o de Risso (fig. 8), casi todos los reportes de avistamientos y varamientos se han localizado del golfo central hacia el sur, con excepción de dos varamientos, uno en Bahía San Luis Gonzaga, Baja California (Leatherwood *et al.* 1979), y otro en Bahía San Francisco, Guaymas, Sonora (Guerrero-Martínez *et al.* 2001). En el Canal de Ballenas fue reportado por primera vez en octubre de 2003 (Barbosa-Devéze *et al.* 2004) y se tuvo un total de 6 avistamientos con 93 individuos (Barbosa-Devéze 2006). Es relativamente abundante en el Golfo de California, pues se estimó su población en 16,918 individuos (IC 95%: 9,027–33,205; Gerrodette y Palacios 1996) durante 1992 y 1993.

Por último, el zífido de Cuvier es, dentro de la familia Ziphiidae, la especie de la que se han registrado más avistamientos en el noroeste de México,

Copyrighted material

excepto en el norte del Golfo de California (Urbán-Ramírez y Pérez-Cortés 2000). En el Canal de Ballenas solamente se cuenta con un registro, y éste está basado en un cráneo hallado en la Isla Coronado o Smith (Orr 1967).

Nichos ecológicos de los cetáceos en la región de Bahía de los Ángeles

La gran productividad biológica del Canal de Ballenas y BLA propicia la presencia de especies de cetáceos que ocupan los más variados nichos ecológicos. La composición de las dietas de los mamíferos marinos puede ser altamente especializada, como la de la ballena azul, que se alimenta exclusivamente de eufáusidos (Croll *et al.* 1998, Gendron 2002, Mejía-Acosta, 2003), o muy generalizada, como la del tursión (Leatherwood y Reeves 1990, Hanson y Defran 1993). Los eufáusidos también son consumidos por el rorcual común (Del Ángel-Rodríguez 1997), aunque se ha visto que en la mayoría de los lugares que habita en el mundo (incluyendo el Golfo de California) éste combina este crustáceo con peces pelágicos menores, como la sardina del Pacífico (*Sardinops sagax*) y la sardina crinuda (*Opisthonema libertate*, Gambell 1985). En el Golfo de California, el rorcual común cambia estacionalmente de dieta, pues se alimenta de eufáusidos en la temporada fría y de pelágicos menores en la temporada cálida (Jaume-Schinkel 2004). Sin embargo, en el Canal de Ballenas este rorcual aparentemente sólo se alimenta de eufáusidos (Tershy 1992, Tershy *et al.* 1993), a pesar de que las sardinas también son abundantes en la zona (Hammann *et al.* 1998). Asimismo, no es extraño que el rorcual tropical que aparentemente prefiere a los pelágicos menores (Tershy 1992, Tershy *et al.* 1993b, Gendron *et al.* 2001), también se encuentre ahí. Aún así, hay variación estacional en la presencia de los rorcuales en el Canal de Ballenas. Las observaciones de Tershy *et al.* (1990) durante cuatro años mostraron que los rorcuales comunes y tropicales estuvieron presentes durante todos los meses del año, pero los comunes fueron más abundantes en el invierno y la primavera, y sus números estuvieron correlacionados negativamente con la temperatura del agua. En contraste, la abundancia de rorcuales tropicales estuvo correlacionada positivamente con la temperatura y fue mayor en el verano y el otoño. Recientemente, Gallo-Reynoso *et al.* (2004) también encontraron un mayor número de individuos de *B. physalus* que de *B. edeni*

Copyrighted material

durante los meses de invierno, y gran número de especímenes de ambas especies en invierno y primavera.

Es probable que la ballena azul en sus ocasionales visitas a la región de BLA aproveche los eufáusidos (*Nyctiphanes simplex*) de los que se alimenta el rorcual común en la zona (Gendron 2002, Ladrón de Guevara *et al.* 2005). De los otros visitantes esporádicos, las ballenas jorobada y gris, se ha observado a esta última alimentándose en la parte sur de BLA, donde ha encontrado sus presas preferidas, los anfípodos bentónicos (Tershy y Breese 1991, Sánchez-Pacheco *et al.* 2001, Ladrón de Guevara *et al.* 2005). Esto implica que algunas ballenas grises visitan el norte del Golfo de California en búsqueda de concentraciones de alimento, e incluso dejan de participar en la migración al Océano Pacífico Norte (Tershy y Breese 1991, Vidal *et al.* 1993, Sánchez-Pacheco 2001).

En cuanto a los odontocetos, los registros muestran que en el Canal de Ballenas se pueden encontrar especies que se alimentan principalmente de calamar gigante, el cual es relativamente abundante en la zona de este canal (Markaida y Sosa-Nishizaki 2001). Tal es el caso del cachalote y probablemente el zífido de Cuvier (Anexo 1). El cachalote enano, el calderón de aletas cortas y el delfín de Risso también se alimentan de calamares, pero de tallas pequeñas de *D. gigas* y probablemente de otras especies como *Loliolopsis diomedeae*, *Lolliguncula argus* y *Lolliguncula panamensis* (Fischer *et al.* 1995). Además, también se encuentran cetáceos esencialmente piscívoros. El delfín común (Breese y Tershy 1993, Barbosa-Devéze 2006) aprovecha la abundancia de sardinas y otros pelágicos menores. Otro piscívoro es el tursión o tonina (Breese y Tershy 1993, Barbosa-Devéze 2006). Mediante análisis de isótopos estables, se demostró que los dos ecotipos se alimentan en diferentes ecosistemas (el costero y el oceánico), aunque en el mismo nivel trófico (Díaz-Gamboa 2003). El costero es más oportunista y captura tanto peces pelágicos como demersales, mientras que el oceánico aprovecha los pelágicos y tallas pequeñas de calamares (Urbán-Ramírez *et al.* 1997, Díaz-Gamboa 2003). Aunque estos reportes se refieren al centro y al sur del Golfo de California, es probable que los tursiones de ambos ecotipos tengan hábitos alimentarios similares en BLA, pero aún no se han hecho estudios específicos en la zona.

Por último, la orca es un depredador tope y, por lo tanto, se alimenta de otros mamíferos marinos (Ballance 2002). En el Golfo de California se le ha observado atacando ballenas azules (Tarpy 1979), rorcuales comunes y tro-

Copyrighted material

picales (Vidal y Pechter 1989, Silber *et al.* 1990) y probablemente es un importante depredador de cetáceos. En el Canal de Ballenas, el 17 de octubre de 2005 se observó la persecución y probable muerte de una ballena de aleta por un grupo de 18 orcas (Heckel, datos no publicados; fig. 9). La orca falsa también se ha observado atacando a delfines comunes de rostro largo en la costa de Sonora (Gallo-Reynoso y Niño 2003), aunque esto no se puede considerar un comportamiento habitual en esta especie, ya que usualmente se alimenta de peces y ocasionalmente de calamares.

Interacción con actividades humanas

Los cetáceos, como toda fauna, tienen que lidiar en su entorno natural con factores que propicien su viabilidad, tales como la búsqueda del alimento y de áreas óptimas para la reproducción, así como escapar de depredadores. Aunados a esto está la constante presencia de los humanos y los problemas que la interacción con sus actividades puede conllevar. Aunque en general se considera que el Golfo de California es uno de los lugares más prístinos del mundo, los humanos han habitado las islas y costas del Golfo de California desde hace aproximadamente 10,000 años (Bahre y Bourillón 2002). Por lo tanto, es evidente que siempre ha existido la interacción entre humanos y cetáceos en la zona, de una u otra forma, y en la actualidad los problemas antropogénicos son múltiples y complejos.

Turismo

El megaproyecto turístico "Escalera Náutica" fue propuesto por el gobierno de México durante el sexenio 2000–2006 (FONATUR 2001), y contemplaba aumentar el número de embarcaciones de 8,000 que anualmente arriban al Golfo de California a 61,500–76,400 en 2014. Es probable que este proyecto se vuelva a retomar durante el próximo sexenio. Consiste en un nuevo sistema de puertos, marinas, hoteles, restaurantes, campos de golf, aeropuertos y pistas de aterrizaje, que conectarían 2,500 millas de ambas costas de la Península de Baja California. En BLA aún no existen grandes construcciones portuarias; la infraestructura actual consiste apenas de algunas rampas en el poblado. Sin embargo, en vista de que BLA será un parador náutico que

Copyrighted material

conectará con el Océano Pacífico a través de un puente terrestre, es de esperarse que ahí se concentre mucho movimiento de embarcaciones. Si este proyecto no se planea cuidadosamente para un desarrollo de bajo impacto, representará una amenaza importante para la vida marina en general. Entre los problemas que representa actualmente el turismo náutico para los cetáceos se cuentan la colisión con embarcaciones, actividades de observación de ballenas no reguladas, ruido, y pérdida de hábitat.

Colisión con embarcaciones

Ésta es una causa importante de mortalidad para al menos 11 especies de ballenas en el mundo (Laist *et al.* 2001). Excepto por las ballenas francas del norte (*Eubalaena glacialis*), todas las demás especies que frecuentemente mueren en colisiones comúnmente se encuentran en el Golfo de California (Rojas-Bracho *et al.* 2003). Las propelas de las embarcaciones pueden producir heridas graves e incluso causar la muerte. Entre 0.8% y 2.0% de las fotografías de dorsos y aletas de ballenas de aleta, grises y jorobadas muestran signos de colisiones (Guerrero-Ruiz 2005). En BLA no existen registros, aunque ocasionalmente las pangas, al navegar a velocidades mayores a 40 km h^{-1}, pasan por encima de ballenas (J Arce-Smith com. pers.).

Actividades de observación de ballenas no reguladas

La observación de ballenas está regulada por la NOM-131-ECOL-1998 (SEMARNAT 2000a) en Baja California, Baja California Sur y Jalisco-Nayarit. Aunque las embarcaciones que se dedican a la observación comercial portan permisos, reciben capacitación y en general se adhieren a la norma, se han registrado efectos en el comportamiento de los cetáceos (Heckel *et al.* 2001, Ollervides 2001, Ollervides 2002, Rodríguez-Vázquez 2000). El turismo náutico privado es el que menos acata las recomendaciones para evitar estos efectos, y esto no sólo ocurre en México, sino en otras partes del mundo (Zimmermann 1989, Heckel *et al.* 2003). En BLA se desarrolla una incipiente actividad de observación de ballenas, tanto comercial como privada, que aún no está regulada. Es urgente que se declare como área de observación de ballenas para que la norma se aplique ahí y los prestadores de servicios turís-

Copyrighted material

ticos reciban capacitación para minimizar los efectos que pudiera causar en las ballenas (Heckel 2006).

Ruido

Las embarcaciones producen sonidos, la mayoría de baja frecuencia, que pueden interferir con la emisión de los sonidos producidos por los cetáceos (Richardson *et al.* 1995). En algunas especies de ballenas, se ha comprobado que estos sonidos tienen propósitos de comunicación, como en el rorcual común del Golfo de California. Los machos emiten sonidos de baja frecuencia que utilizan para atraer a las hembras hacia las agregaciones de alimento (Croll *et al.* 2002). Es probable que el aumento en la emisión de sonidos de baja frecuencia de las embarcaciones disminuya la posibilidad de encuentro de los animales e interfiera con la búsqueda del alimento, y por lo tanto la recuperación de las especies previamente explotadas esté en riesgo (Croll *et al.* 2001, Croll *et al.* 2002).

Se ha visto que los delfines asociados a la pesca del atún (principalmente *Stenella attenuata*) en el Pacífico Oriental Tropical incluyendo el Golfo de California, reaccionan a distancias de 10 km o más de los barcos que los utilizan para localizar cardúmenes y posteriormente lanzar la red (Au y Perryman 1982). En otras situaciones, al menos algunos delfines parecen distinguir embarcaciones de acuerdo a los sonidos y reaccionan diferente ante las lanchas que habitualmente persiguen a los animales (como las de operadores turísticos agresivos), en contraste con lanchas que se acercan lenta y cuidadosamente (Würsig y Anderson 2002). En Sarasota, Florida, se observó que los tursiones aumentaron la frecuencia y duración de sus silbidos cuando embarcaciones menores pasaban a alta velocidad a menos de 100 m de distancia, lo cual probablemente funciona para promover la reunión de los animales o para compensar el enmascaramiento de las señales y mantener la comunicación en un ambiente ruidoso (Buckstaff 2004). Aunque en BLA aún no se han realizado investigaciones sobre el efecto del ruido de embarcaciones en los cetáceos, es de suponerse que las reacciones serían similares a las que se han observado en estudios en otros lugares. Por lo tanto, sería importante tomar medidas precautorias como la implementación de la ya citada norma para observación de ballenas (SEMARNAT 2000a).

Copyrighted material

Pérdida de hábitat

La construcción de marinas provoca la disminución de estuarios y manglares que son muy importantes para la reproducción de invertebrados y peces, y a su vez áreas de alimentación para cetáceos. Algunos lugares cercanos a BLA, como la costa entre San Felipe y Puertecitos, Baja California, han sido modificados por las actividades humanas y el uso de la zona costera (Brusca *et al.* 2005). En caso de realizarse el proyecto "Escalera Náutica", en BLA se construiría una marina terrestre totalmente nueva, en una bahía conocida como Ensenada La Gringa. La terminal naútica tendría 100 espacios, y requerirá edificaciones de protección, lo que implica una modificación en la geomorfología y dinámica de la costa (CONANP 2003). Por lo tanto, es factible que al menos durante la construcción, y probablemente durante la operación, los cetáceos que suelen utilizar la Ensenada La Gringa para alimentarse reduzcan su presencia. Tal podría ser, de acuerdo a los registros, el caso de los rorcuales común y tropical (Ladrón de Guevara *et al.* 2005), el tursión y el delfín común de rostro largo (Barbosa-Devéze 2006).

Contaminación

En el Golfo de California hay tráfico marítimo que emite contaminantes de los derivados de hidrocarburos (gasolina, diesel y aceite), los cuales, aunados a las descargas de pesticidas en zonas agrícolas, podrían representar una amenaza para la salud de los cetáceos. Estos compuestos químicos, conocidos como organoclorados (o hidrocarburos clorados, HCs), se acumulan a través de la cadena trófica en la grasa de los mamíferos, y se les ha relacionado con pérdida de capacidad reproductiva y disminución del sistema inmune (Tanabe *et al.* 1994). Existen muy pocos estudios sobre concentración de HCs en el Golfo de California: uno sobre la vaquita marina (Árcega-Cabrera 1996) y otro sobre la ballena azul (Valdez-Márquez 2001, Valdez-Márquez *et al.* 2004). Este último concluyó que la concentración de HCs en la grasa de las ballenas azules que visitan el golfo es significativamente menor que la encontrada en las del Atlántico Norte. Aunque puede considerarse que los organoclorados actualmente no representan un riesgo de salud importante

Copyrighted material

Figura 1. Rorcual común o ballena de aleta, *Balaenoptera physalus*.
Foto: Gisela Heckel, 11/10/05

Figura 2. Rorcual tropical, *Balaenoptera edeni*. Foto: Gisela Heckel, 4/06/04

Copyrighted material

Figura 3. Ballena azul, *Balaenoptera musculus*. Foto: Gisela Heckel, 14/05/05

Figura 4. Delfín común de rostro largo, *Delphinus capensis*. Foto: María Eugenia Rodríguez, 20/05/05

Copyrighted material

Figura 5. Tursión o tonina, *Tursiops truncatus*. Foto: Gisela Heckel, 26/07/05

Figura 6. Cachalote enano, *Kogia sima*, varado en BLA Foto: Isabel Fuentes, 07/04

Copyrighted material

Figura 7. Calderón de aletas cortas, *Globicephala macrorhynchus*. Foto: Guadalupe Espinosa de los Reyes, 14/05/05

Figura 8. Delfín gris o de Risso, *Grampus griseus*. Foto: Oscar Guzón, 11/03/04

Figura 9. Orcas, *Orcinus orca*, en persecución de un rorcual común en el Canal de Ballenas. Foto: Alejandra Báez, 17/10/05

Copyrighted material

para la vaquita (Rojas-Bracho y Taylor 1999), ni probablemente para otros mamíferos marinos en el Golfo de California, es importante monitorear los niveles de estos contaminantes y así poder tomar medidas preventivas para la conservación de la diversidad biológica de la región.

Los desechos sólidos también son una posible causa de muerte de cetáceos por su ingestión (Laist *et al.* 1999). Toneladas de este tipo de contaminante se vierten cada año desde embarcaciones, en las poblaciones y en los campamentos de pescadores en las costas e islas (Bahre y Bourillón 2002). Los vientos locales en BLA arrastran una gran cantidad de desechos al mar, sobre todo durante eventos breves e intensos con viento de tierra a mar. El Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California" instituyó un programa de empleo temporal en el que los pobladores de BLA recorren las islas de la bahía y del Archipiélago San Lorenzo. Recogen toneladas de basura durante aproximadamente dos meses al año, pero desafortunadamente el problema continúa (CONANP 2003).

Interacción con pesquerías

Durante las operaciones de pesca, los mamíferos marinos a veces son capturados y mueren o quedan con restos de redes en su cuerpo. A esto se denomina captura incidental y enmallamiento, y ha sido un problema para muchas especies de cetáceos en todo el mundo (Northridge 2002). La principal pesquería en el Golfo de California es la de sardina (principalmente *Sardinops sagax*), que utiliza redes de cerco y constituye 30% del volumen de la producción nacional. La flota del estado de Sonora captura 50% de esta producción (Guerrero-Ruiz 2005), y los barcos de Guaymas, Sonora, suelen aprovechar el recurso en la región de BLA (CONANP 2003). Por otro lado, la pesca artesanal o ribereña a baja escala es sustento económico de muchas comunidades costeras y utilizan diferentes artes de pesca para capturar peces, moluscos y crustáceos. Hasta la fecha es difícil hacer una estimación del riesgo de enmallamiento para cetáceos en el Golfo de California y en BLA, ya que no se conoce exactamente el número pangas que se utilizan en la pesca artesanal. Se estima que en el Golfo de California existen alrededor de 9,000 a 18,000 pangas que utilizan diferentes artes de pesca (palangres, atarrayas, líneas, trampas, redes agalleras, entre otras; Guerrero-Ruiz 2005). Se ha cal-

Copyrighted material

culado que entre 4,000 y 5,500 pangas se dedican sólo a la pesca de tiburón y especies afines en el golfo. Sin embargo, este número es conservador. Al considerar el potencial del esfuerzo pesquero de las flotas industrial y artesanal del Golfo de California, el impacto potencial podría ser significativo para algunas especies de pequeños cetáceos, en el orden de decenas o miles de individuos al año (Guzón 2006). Alrededor del 70% de las familias de la comunidad local de BLA vive de la pesca. Hasta 1998 la flota estaba compuesta por 90 pangas, también aprovechan este recurso algunos pescadores de la costa sonorense (alrededor de 25 a 30 embarcaciones de Bahía Kino, Puerto Libertad, Punta Lobos y Guaymas, Sonora) y de Guerrero Negro, BCS, así como 70 a 100 pangas provenientes de Chiapas (CONANP 2003).

Es sumamente escasa la información sobre enmallamientos de cetáceos en el Golfo de California (Vidal *et al.* 1994). Se han reportado para la vaquita (*Phocoena sinus*) en el norte del Golfo de California, y parece ser el mayor riesgo para su extinción (Rojas-Bracho y Taylor 1999). En Sonora, el cachalote parece ser una especie muy afectada por el chinchorro tiburonero que se deja a la deriva, además de la ballena azul, el rorcual tropical, el delfín común de rostro largo, el zífido de Cuvier y el tursión (Gallo-Reynoso 2004). También se han reportado enmallamientos de ballena gris en diferentes localidades del golfo (Vidal *et al.* 1994, Guerrero-Ruiz 2005). Para la región de BLA, sin embargo, es poca la información que hasta el momento se tiene sobre el enmallamiento de cetáceos (O Guzón com. pers.). En 2003 hubo un varamiento de aproximadamente 40 delfines comunes en Bahía San Rafael, 40 km al sur de BLA (O Santillán com. pers.). Es probable que estos delfines murieran en redes de pesca de más de un tipo (de deriva para tiburón y de cerco para sardina) a lo largo de varias semanas, y que se vararon paulatinamente en esa costa. De acuerdo con los reportes de enmallamiento en el Golfo de California (Vidal *et al.* 1994, Zavala-González *et al.* 1994, Gallo-Reynoso 2004), las especies que podrían ser afectadas en BLA y el Canal de Ballenas por coincidir su distribución con el uso de la red de deriva (CONANP 2003), son el rorcual tropical, la ballena gris, el cachalote, el delfín común de rostro largo y el tursión (Ladrón de Guevara *et al.* 2005, Barbosa-Devéze 2006).

Copyrighted material

Efectos de eventos El Niño-Oscilación del Sur en la población de cetáceos de BLA

Durante los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENSO), la productividad del sistema de la Corriente de California y del sur del Golfo de California disminuye considerablemente. Sin embargo, durante El Niño 1982–1983, la productividad en el Canal de Ballenas se mantuvo debido a los procesos de mezcla de nutrientes (Alvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Tershy *et al.* (1991) propusieron que durante el ENSO, cuando la productividad en todo el Golfo de California baja sensiblemente, el Canal de Ballenas es una zona de refugio para cetáceos y aves marinas. Esto se basó en un aumento de la abundancia relativa de diversas especies de aves y cetáceos observada durante 1982–1983, en relación con otros años donde no ocurrió El Niño. Lo anterior se vio reforzado por las observaciones de Flores-Ramírez *et al.* (1997) sobre la relación entre la temperatura del mar y la distribución del rorcual tropical en la Bahía de La Paz. Estos autores propusieron que en años de El Niño los rorcuales tropicales migran hacia el norte del golfo para evitar las zonas cálidas y poco productivas, y se agrupan en áreas con mayor disponibilidad de alimento como la región de las Grandes Islas y el Canal de Ballenas.

Medidas de conservación

Desde 1949 México ha sido miembro de la Comisión Ballenera Internacional, organismo encargado de la conservación y administración de las poblaciones de ballenas a nivel mundial, y se ha ubicado entre los países con visión conservacionista de las poblaciones de ballenas. Por lo tanto, nuestro país se ha manifestado por detener la caza de ballenas y crear santuarios balleneros en el mundo. Además, México es signatario de la Convención Internacional para el Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestres (CITES, por su acrónimo en inglés), donde los cetáceos están incluidos en los apéndices I y II y, por lo tanto, el comercio o transporte internacional de los organismos o sus partes están bajo estricto control (CITES 2003).

En concordancia con los esfuerzos internacionales para la conservación de la vida silvestre, y en particular de los cetáceos, México ha incluido en su legislación ambiental una serie de instrumentos. La Ley General del Equilibrio Eco-

Copyrighted material

lógico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, Poder Ejecutivo Federal 2001), la Ley General de Vida Silvestre (Poder Ejecutivo Federal 2000) y la Ley de Pesca (Poder Ejecutivo Federal 1992) están relacionadas en términos generales con la conservación y el manejo de cetáceos. De manera específica, en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 "Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo" (SEMARNAT 2002a), todos los cetáceos que se distribuyen en México están bajo alguna categoría de riesgo. En cuanto a las especies reportadas en la región de BLA, todas están clasificadas en la categoría "bajo protección especial", lo cual significa que son especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas. Aunado a esto, el Código Penal Federal (publicado el 14 de agosto de 1931, última reforma del 26 mayo de 2004; Poder Ejecutivo Federal 2004), en su artículo 420 establece que "se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y por el equivalente de trescientos a tres mil días de salario mínimo de multa, a quien ilícitamente capture, dañe o prive de la vida a algún mamífero marino, o recolecte o almacene de cualquier forma sus productos y subproductos".

Existen otras normas oficiales mexicanas que tienen o podrían tener en el futuro injerencia en diversos aspectos relacionados con los cetáceos de la región de BLA: la colecta científica (NOM-126-SEMARNAT-2000, SEMARNAT 2001), la actividad turística de observación de ballenas (NOM-131-ECOL-1998, SEMARNAT 2000a) y la captura, transporte y mantenimiento en cautiverio de mamíferos marinos (NOM-135-SEMARNAT-2004, SEMARNAT 2004). Además, el 24 de mayo de 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación un acuerdo de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el que se estableció que las grandes ballenas se consideran protegidas en todas las aguas territoriales y patrimoniales mexicanas (SEMARNAT 2002b).

Por otro lado, tal y como se definen en la LGEEPA, las áreas naturales protegidas (ANPs) son un instrumento de política ambiental para la conservación de la biodiversidad (Poder Ejecutivo Federal 2001). La ventaja de este instrumento sobre los mencionados anteriormente es que su enfoque es para

Copyrighted material

la conservación de ecosistemas. La región de BLA cuenta ya con dos áreas de protección de flora y fauna silvestre (APFF): "Islas del Golfo de California" (Poder Ejecutivo Federal 1978, SEMARNAT 2000b) y "Valle de los Cirios" (Poder Ejecutivo Federal 1980, SEMARNAT 2000b), las cuales se avocan principalmente a la conservación de la porción terrestre, y de manera indirecta tienen un efecto en la conservación de cetáceos. Esto se debe a que la administración regional en Baja California del APPFF Islas del Golfo de California tiene una oficina local en BLA, la cual ha implementado el monitoreo de cetáceos en las zonas marinas cercanas al archipiélago de las islas de la bahía. Además, controla el acceso de turistas a estas islas, y de esta manera tiene cierto control y la oportunidad de informar a los visitantes sobre medidas básicas pero importantes para evitar algunos impactos negativos sobre el medio, como por ejemplo la dispersión de desechos sólidos (I Fuentes com. pers.). Sin embargo, estas APFF han tenido poca injerencia directa en la porción marina de la zona, por lo que con el decreto de la recién creada Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes" (Poder Ejecutivo Federal 2007) es de esperarse una mejor coordinación y eficacia de las acciones de conservación, redundando en la necesaria protección integral del medio ambiente, que por sus especiales características hidrográficas constituye un hábitat muy importante para los cetáceos.

Resumen

Debido a sus características oceanográficas particulares y su alta productividad biológica, en la región de Bahía de los Ángeles (BLA) y el Canal de Ballenas se han registrado 16 especies de ballenas y delfines, pertenecientes a las familias Balaenopteridae, Eschrichtiidae, Physeteridae, Kogiidae, Ziphiidae y Delphinidae. Estas especies tienen dietas variadas y ocupan niveles tróficos diferentes. Pueden tener dietas muy especializadas, como la ballena azul, que se alimenta exclusivamente de zooplancton (eufáusidos), o generalistas, como la tonina o tursión. El rorcual común, aunque puede tener una dieta de zooplancton y sardinas, en esta región aparentemente sólo consume eufáusidos. Los peces pelágicos menores en esta zona son presa de la ballena jorobada, el rorcual tropical y el rorcual minke, así como de delfines (delfín común de rostro largo, tursión y orca falsa). Se ha observado también a la ballena

Copyrighted material

gris alimentándose de anfípodos bentónicos en la parte sur de BLA. Además, se han registrado odontocetos que se alimentan de calamares, como el cachalote y el zífido de Cuvier, el cachalote enano, el calderón de aletas cortas y el delfín de Risso. La orca, uno de los mamíferos marinos de más alto nivel trófico, es depredador de los cetáceos mencionados. Los cetáceos, como toda fauna, tienen que lidiar en su entorno natural con factores que propicien su viabilidad, tales como encontrar el alimento y áreas óptimas para la reproducción, así como escapar de sus depredadores. Adicionalmente, deben enfrentar problemas causados por las interacciones con las actividades humanas, como la pérdida de hábitat debido a construcciones marítimas, el turismo de embarcaciones, las pesquerías y la contaminación. La creación de la Reserva de la Biosfera de Bahía de los Ángeles y canales de Ballenas y de Salsipuedes será, entre otros instrumentos legales, una estrategia que ayudará a la conservación de los mamíferos marinos y de su ambiente.

Abstract

The oceanographic characteristics and high biological production of the region of Bahía de los Ángeles (BLA) and the Ballenas Channel attract a variety of cetacean species. To date, 16 species of whales and dolphins have been recorded in the region, pertaining to the families of Balaenopteridae, Eschrichtiidae, Physeteridae, Kogiidae, Ziphiidae and Delphinidae. These species have varied diets and occupy different trophic levels. They may have very specialized diets, like blue whales, which feed exclusively on zooplankton (euphausids), or they may have generalized diets, like boto and bottlenose dolphins. Some species may also switch diets while in the region, as does the fin whale, trading a diet of zooplankton and sardines for one composed exclusively of euphausids. Minor pelagic fishes in this zone are the primary contributors to the diets of humpback whales, Bryde's whales and minke whales, along with the long-beaked common dolphin and the false killer whale. Some odontocetes, such as the sperm whale, Cuvier's beaked whale, the dwarf sperm whale, the short finned pilot whale and Risso's dolphin have been recorded eating squid. Additionally, in the south part of BLA, grey whales have been seen feeding on benthic amphipods. The orca, a marine mammal occupying the top trophic level, is a predator of the aforementioned cetaceans. Cetaceans, like all fauna, must

Copyrighted material

struggle in their environments with different natural factors to promote their own viability, such as finding food and optimal areas for reproduction, as well as escaping from predators. In addition, cetaceans must confront problems resulting from interactions with humans, such as habitat loss due to maritime construction, boat tourism, fisheries and pollution. The creation the new Biosphere Reserve of Bahía de los Ángeles and the Ballenas and Salsipuedes channels combined with the application of other legal instruments is a conservation strategy that would further promote the protection of these marine mammals and their environment.

Referencias

Acevedo-Gutiérrez A. 1991a. Interactions between boats and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada de La Paz, Mexico. *Aquat. Mamm.* 17(3): 120–124.

Acevedo-Gutiérrez A. 1991b. Behaviour and movements of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada De La Paz, Mexico. *Aquat. Mamm.* 17(3): 137–147.

Aguayo A, Sánchez RE, Urbán-Ramírez J. 1986. Avistamientos del género *Delphinus* en el Pacífico mexicano durante 24 campañas oceanográficas realizadas entre 1981 y 1985. XI Reunión Internacional sobre Mamíferos Marinos. Abril de 1986. Guaymas, Sonora.

Alvarez-Borrego S. 1983. Gulf of California. En: BH Ketchum (ed.), *Estuaries and Enclosed Seas*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. Pp. 427–449.

Álvarez-Borrego S, Lara-Lara R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: JP Dauphin y BR Simoneit (eds.), *The Gulf of California and Peninsular Province of the Californias*. Am. Assoc. Petrol. Geol. Memoir 47. Pp. 555–567.

Árcega-Cabrera CF. 1996. Determinación de hidrocarburos clorados en tejido adiposo subcutáneo de cetáceos preservado en dimetil sulfóxido. Tesis de licenciatura en Oceanología. UABC. Ensenada, BC, 50 pp.

Au D, Perryman WL. 1982. Movement and speed of dolphin schools responding to an approaching ship. *Fish. Bull.* 80(2): 371–379.

Badan-Dangon A, Koblinksy CJ, Baumgartner T. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanol. Acta* 8(1): 13–22.

Copyrighted material

Bahre CJ, Bourillón L. 2002. Human impact in the Midriff Islands. En: TJ Case, ML Cody y E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, New York, 669 pp.

Ballance LT. 1992. Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Mamm. Sci.* 8(3): 262–274.

Ballance LT. 2002. Cetacean ecology. En: WF Perrin, B Würsig, JGM Thewissen (eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 208–214.

Barbosa-Devéze L. 2006. Diversidad y distribución espacio-temporal de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, BC. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC, 84 pp.

Barbosa-Devéze L, Heckel G, Ladrón de Guevara P, Morteo E. 2004. Avistamientos del delfín de Risso, *Grampus griseus*, en el Canal de Ballenas, Golfo de California. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo de 2004. La Paz, BCS, México.

Bérubé M, Urbán-Ramírez J, Dizon AE, Brownell RL, Palsbøll PJ. 2002. Genetic identification of a small and highly isolated population of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Sea of Cortez, Mexico. *Conserv. Genet.* 3: 183–190.

Best PB. 1977. Two allopatric forms of Bryde's whale off south Africa. *Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 1)*: 10–38.

Breese D, Tershy BR. 1993. Relative abundance of Cetacea in the Canal de Ballenas, Gulf of California. *Mar. Mammal Sci.* 9(3): 319–324.

Brusca RC, Findley LT, Hastings PA, Hendricks ME, Torre J, Heiden AVD. 2005. Macrofaunal biodiversity in the Gulf of California. En: JE Cartron, G Ceballos y RS Felger (eds.), *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press, New York.

Buckstaff KC. 2004. Effects of watercraft noise on the acoustic behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota Bay, Florida. *Mar. Mamm. Sci.* 20(4): 709–725.

Caldwell DK, Caldwell MC. 1989. Pygmy Sperm Whale *Kogia breviceps* (de Blainville, 1838): Dwarf Sperm Whale *Kogia simus* Owen, 1866. En: SH Ridgway y RJ Harrison (eds.), *Handbook of Marine Mammals. Vol. 4: River Dolphins and the Larger Toothed Whales*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 235–260.

Carrillo EL, Mellink E. 2004. Interacción de la tonina (*Tursiops truncatus*) con la pesquería ribereña de camarón en la Bahía de Santa María-La Reforma, Sinaloa. XXIX

Copyrighted material

Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo de 2004. La Paz, BCS, México.

CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). 2003. Appendices I, II and III valid from October 2003. http://www.cites.org/eng/append/appendices.pdf [Consultado el 15/9/2006]

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Programa de empleo temporal en Bahía de los Ángeles, Baja California. *Insulario Noticias*. 2(7): 1.

Cortés-Lara MC, Álvarez-Borrego S, Giles-Guzmán AD. 1999. Efecto de la mezcla vertical sobre la distribución de nutrientes y fitoplancton en dos regiones del Golfo de California, en verano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Natl.* 49: 193–206.

Croll DA, Tershy BR, Hewitt RP, Demer DA, Fiedler PC, Smith SE, Armstrong W, Popp JM, Kiekhefer T, López VR, Urbán-Ramírez J, Gendron D. 1998. An integrated approach to the foraging ecology of marine birds and mammals. *Deep-Sea Res. II*. 45: 1353–1371.

Croll DA, Clark CW, Calambokidis J, Ellison WT, Tershy BR. 2001. Effect of anthropogenic low frequency noise on the foraging ecology of Balaenoptera whales. *Anim. Conserv.* 4: 13–27.

Croll D, Clark CW, Acevedo A, Tershy B, Flores S, Gedamke J, Urbán-Ramírez J. 2002. Only male fin whales sing loud songs. *Nature* 417: 809.

Del Ángel-Rodríguez J. 1997. Hábitos alimentarios y distribución espacio-temporal de los rorcuales común (*Balaenoptera physalus*) y azul (*Balaenoptera musculus*) en la Bahía de La Paz, BCS. Tesis de maestría en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, México.

Díaz-Gamboa, RE. 2001. Tamaño poblacional y residencia de las toninas (*Tursiops truncatus*) en la Ensenada de La Paz, BCS, 1998–1999. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, 76 pp.

Díaz-Gamboa RE. 2003. Diferenciación entre tursiones *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Tesis de maestría en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, 62 pp.

Dizon AE, Lux CA, LeDuc RG, Urbán-Ramírez J, Henshaw M, Brownell RL. 1995. An interim phylogenetic analysis of sei and Bryde's whale mitochondrial DNA control region sequence. 47th Annual Meeting of the Scientific Committee of the International Whaling Commission, Paper SC-47-NP23.

Enríquez-Paredes LM. 1996. Ocurrencia, movimientos, estructura social y tamaño de las agregaciones de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en el Golfo de California, México. Tesis de licenciatura en Biología Marina. UABCS. La Paz, BCS, 59 pp.

Copyrighted material

Findley LT, Vidal O. 2002. Gray whale (*Eschrichtius robustus*) at calving sites in the Gulf of California, México. *J. Cetacean Res. Manage.* 4(1): 27–40.

Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH. 1995. Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen 1. Plantas e Invertebrados. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 646 pp.

Flores-Ramírez S, Urbán-Ramírez J, Delgado-González O, Vargas-Salinas JC. 1997. Avistamientos del rorcual tropical, *Balaenoptera edeni* (Cetacea: Balaenopteridae) y temperatura del agua, en Baja California Sur, México. *Rev. Biol. Trop.* 45(3): 1209–1214.

FONATUR (Fondo Nacional de Promoción al Turismo). 2001. Escalera Náutica Mar de Cortés: El Megaproyecto Turístico del Siglo XXI. Documento básico oficial. http://www.escaleranautica.com/general.html#8. [Consultado el 15/9/2006]

Gallo-Reynoso JP. 2004. Mortandad de mamíferos marinos en el área de Guaymas debido a la interacción con pesquerías. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo 2004. La Paz, BCS, México.

Gallo-Reynoso JP, Niño C. 2003. Comportamiento evasivo del delfín común *Delphinus capensis* ante la presencia de grandes depredadores en el Golfo de California, México. XXVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo 2003. Nuevo Vallarta, Nayarit.

Gallo-Reynoso JP, Bean TL, Palomino E, Figueroa-Carranza AL, Ortiz CL. 2004. Mysticetes on the Midriff area of the Gulf of California during the summers of 1995, 1996 and 1997. En: V Sánchez-Cordero, RA Medellín (eds.), *Contribuciones Mastozoológicas en Homenaje a Bernardo Villa*. Instituto de Biología e Instituto de Ecología, UNAM, México, DF. Pp. 203–212.

Gambell R. 1985. Fin whale *Balaenoptera physalus* (Linnaeus 1758). En: SH Ridgway, RJ Harrison (eds.), Handbook of Marine Mammals. Vol. 3: The Sirenians and Baleen Whales. Academic Press, San Diego, California. Pp. 171–192.

Gendron D. 1993. Índice de avistamientos y distribución del género *Balaenoptera* en el Golfo de California, México, durante febrero, marzo y abril 1988. *Rev. Invest. Cient. UABCS* (Ser. Cienc. Mar.) No. Esp. SOMMEMA 1: 21–30.

Gendron D. 2000a. Family Physeteridae. En: ST Alvarez-Castañeda, JL Patton (eds.), *Mamíferos del Noroeste de México II*. CIBNOR. La Paz, BCS. Pp. 635-637.

Gendron D. 2000b. Family Kogiidae. en: ST Alvarez-Castañeda y JL Patton (eds.), *Mamíferos del Noroeste de México II*. CIBNOR. La Paz, BCS. 873 pp. Pp. 639–641.

Copyrighted material

Gendron D. 2002. Ecología poblacional de la ballena azul, *Balaenoptera musculus*, de la Península de Baja California. Tesis de doctorado en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC, 112 pp.

Gendron D, Aguíñiga S, Carriquiry JD. 2001. $\delta^{15}N$ y $\delta^{13}C$ in skin biopsy samples: a note on their applicability for examining the relative trophic level in three rorqual species. *J. Cetacean Res. Manage.* 41: 44.

Gerrodette T, Palacios DM. 1996. Estimates of cetacean abundance in EEZ waters of the Eastern Tropical Pacific. Administrative Report LJ-96-10. National Marine Fisheries Service, Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, California.

Gilmore RM. 1957. Whales aground in Cortes' Sea. *Pac. Discov.* 10(1): 22–27.

Guerrero-Martínez MS, Coria-Galindo EM, Egido-Villarreal J, Pettis J, Suárez-Gracida G, Gallo-Reynoso JP. 2001. Dos nuevos registros de cetáceos varados en las costas de Sonora. XXVI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo de 2001. Ensenada, BC.

Guerrero-Ruiz M. 2005. Estado actual de las grandes ballenas en el Golfo de California. Tesis de maestría en Manejo Sustentable de Zonas Costeras. UABCS. La Paz, BCS, 321 pp.

Guerrero-Ruiz M, Gendron D, Urbán-Ramírez J. 1998. Distribution, movements and communities of killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico. *Rep. Int. Whal. Commn.* 48: 537–543.

Guzón O. 2006. Captura incidental de cetáceos pequeños en pesquerías de red de enmalle en la región noroeste de México. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC.

Hammann MG, Nevarez-Martínez MO, Green-Ruiz Y. 1998. Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: egg and larval distribution 1956–1957 and 1971–1992. *CalCOFI Rep.* 39: 169–179.

Hanson MT, Defran RH. 1993. The behavior and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Aquat. Mamm.* 19: 127–142.

Heckel G. 2006. Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Golfo de California: Bases científicas para una nueva área de observación turística de mamíferos marinos. Informe. Proyecto No. DE008. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). México, DF.

Heckel G, Reilly SB, Sumich JL, Espejel I. 2001. The influence of whalewatching on the behaviour of migrating gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Todos Santos Bay and surrounding waters, Baja California, Mexico. *J. Cetacean Res. Manage.* 3(3): 227–237.

Copyrighted material

Heckel G, Espejel I, Fischer DW. 2003. Issue definition and planning for whalewatching management strategies in Ensenada, Mexico. *Coastal Manage.* 31: 277–296.

Heyning JE, Perrin WF. 1994. Evidence for two species of common dolphins (Genus *Delphinus*) from the Eastern North Pacific. *Contrib. Sci. Natl. Hist. Mus. Los Angeles County* 442: 1–35.

IUCN (International Union for the Conservation of Nature). 2003. 2002–2010 *Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. Dolphins, Whales and Porpoises.* IUCN, Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido, 139 pp.

IWC (International Whaling Commission). 2006. Taxonomy of whales. IWC, Cambridge, Reino Unido. http://www.iwcoffice.org/conservation/cetacea.htm#mysticeti [Consultado el 8/9/2006].

Jaquet N, Gendron D. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landings and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California, Mexico. *Mar. Biol.* 141: 591–601.

Jaquet N, Gendron D, Coakes A. 2003. Sperm whales in the Gulf of California: Residency, movements, behavior, and the possible influence of variation in food supply. *Mar. Mammal Sci.* 19(3): 545–562.

Jaume-Schinkel S. 2004. Hábitos alimentarios del rorcual común *Balaenoptera physalus* en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono. Tesis de maestría en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, 64 pp.

Kato H. 2002. Bryde's whales. En: WF Perrin, B Würsig, JGM Thewissen (eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals.* Academic Press, San Diego, California, 1414 pp.

Kato H, Fujise Y. 2000. Dwarf minke whales: morphology, growth and life history with some analyses on morphometric variation among the different forms and regions. 52nd Annual Meeting of the Scientific Committee of the International Whaling Commission, Paper SC-52-OS3.

Ladrón de Guevara P, Heckel G. 2004. Diversidad, distribución y abundancia relativa de cetáceos en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, Baja California, durante 2003. XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Mayo de 2004. La Paz, BCS.

Ladrón de Guevara P, Heckel G, Lavaniegos BE. 2005. Seasonal changes in the abundance of Mysticeti and Euphausiids in the Ballenas Channel-Bahía de los Ángeles Region, Gulf of California, Mexico, 2003–2004. The 16th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, San Diego, California, USA, Society for Marine Mammalogy.12–16.12.2005. San Diego, California.

Copyrighted material

Laist DW, Coe JM, O'Hara KJ. 1999. Marine debris pollution. En: JR Twiss Jr, RR Reeves (eds.), *Conservation and Management of Marine Mammals*. Smithsonian Institution, Washington, DC. Pp. 342–366.

Laist DW, Knowlton AR, Mead JG, Collet AS, Podesta M. 2001. Collisions between ships and whales. *Mar. Mamm. Sci.* 17(1): 35–75.

Leatherwood S, Reeves RR. 1990. *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, New York, 653 pp.

Leatherwood S, Hubbs CL, Fisher M. 1979. First records of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) from the Gulf of California with detailed notes on a mass stranding. *Trans. San Diego Soc. Natl. Hist.* 19(3): 45–52.

Leatherwood S, Reeves RR, Perrin WF, Evans WE. 1982. *Whales, Dolphins and Porpoises of the Eastern North Pacific and Adjacent Arctic Waters. A guide to their identification*. NOAA Tech. Rep. NMFS Circular 444. San Diego, California, 302 pp.

López M, Candela J, Argote ML. 2006. Why does the Ballenas Channel have the coldest SST in the Gulf of California? *Geophys. Res. Lett.* 33(L11603): 1–5.

Mangels KF, Gerrodette T. 1994. Report of cetacean sightings during a marine mammal survey in the eastern tropical Pacific Ocean and the Gulf of California aboard the NOAA ships Mc Arthur and David Starr Jordan, July 28–November 6, 1993. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-211. San Diego, California.

Marcín-Medina R. 1997. Comportamiento del tursión (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) en la Ensenada de La Paz, BCS, México. Tesis de maestría en Manejo de Recursos Marinos. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, 71 pp.

Marinone SG, Lavín MF. 2003. Residual flow and mixing in the large islands region of the central Gulf of California. En: OU Velasco Fuentes, J Sheinbaum, J Ochoa (eds.), *Nonlinear processes in geophysical fluid dynamics: A tribute to the scientific work of Pedro Ripa*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Países Bajos. Pp. 213–236.

Markaida U, Sosa-Nishizaki O. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995–1997. *Fish. Res.* 54: 63–82.

Mejía-Acosta SJ. 2003. Dieta de la ballena azul *Balaenoptera musculus* (Cetacea: Balaenopteridae) en aguas adyacentes a la península de Baja California, con base en el análisis del contenido fecal. Tesis de licenciatura en Oceanología. UABC. Ensenada, BC, 57 pp.

Morteo E. 2004. Dorsal fin morphological differentiation in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along Mexican coasts: An adaptive approach. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC, 131 pp.

Copyrighted material

Northridge S. 2002. Incidental catches. En: WF Perrin, B Würsig, JGM Thewissen (eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 612–615.

Ollervides FJ. 2001. *Gray whales and boat traffic: movement, vocal, and behavioral responses in Bahia Magdalena, Mexico*. Texas A&M University. Galveston, Texas, 107 pp.

Ollervides FJ. 2002. Effects of boat noise on vocalizations of gray whales (*Eschrichtius robustus*) in Bahia Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *J. Acoust. Soc. Am.* 112(5): 2431.

Orozco-Meyer A. 2001. Uso del hábitat por la tonina (*Tursiops truncatus*) y su relación con las mareas en la Bahía de San Jorge, Sonora. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC, 78 pp

Orr RT. 1967. A second specimen of *Ziphius cavirostris* from Mexico. *J. Mammal.* 48(2): 328.

Paden C, Abbott MR, Winant CD. 1991. Tidal and atmospheric forcing of the upper ocean in the Gulf of California. 1. Sea surface temperature variability. *J. Geophys. Res.* 96(C10): 18337–18359.

Papastavrou V, Van Waerebeek K. 1997. A note on the occurrence of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in tropical and subtropical areas: the upwelling link. *Rep. Int. Whal. Commn.* 47: 945–947.

Pérez-Cortés H, Villa-Ramírez B, Delgado-Estrella A, Patiño-Valencia JL. 2000. Familia Delphinidae. En: ST Alvarez-Castañeda y J.L. Patton (eds.), *Mamíferos del Noroeste de México II*. CIBNOR. La Paz, Baja California Sur. Pp. 597–626.

Poder Ejecutivo Federal. 1978. Decreto por el que se establece una zona de reserva y refugio de aves migratorias y de la fauna silvestre, en las islas que se relacionan, situadas en el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. 2 de agosto de 1978.

Poder Ejecutivo Federal. 1980. Decreto por el que por causa de interés público se establece zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre la región conocida con el nombre de Valle de los Cirios, en la vertiente central de la Península de Baja California. Diario Oficial de la Federación. 2 de junio de 1980.

Poder Ejecutivo Federal. 1992. Ley de Pesca. *Diario Oficial de la Federación*. 25 de junio de 1992.

Poder Ejecutivo Federal. 2000. Ley General de Vida Silvestre. *Diario Oficial de la Federación*. 3 de julio de 2000.

Poder Ejecutivo Federal. 2001. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *Diario Oficial de la Federación*. 31 de diciembre de 2001.

Copyrighted material

Poder Ejecutivo Federal. 2004. Código Penal Federal. *Diario Oficial de la Federación*. 26 de mayo 2004.

Poder Ejecutivo Federal. 2007. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, ubicada frente al Municipio de Ensenada, en el Estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación*. 5 de junio de 2007.

Rice DW. 1989. Sperm Whale *Physeter macrocephalus* Linnaeus, 1758. En: SH Ridgway, RJ Harrison (eds.), *Handbook of Marine Mammals. Vol. 4: River Dolphins and the Larger Toothed Whales*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 177–233.

Rice DW. 1998. *Marine Mammals of the World*. Special Publication Number 4. The Society for Marine Mammalogy, Lawrence, Kansas, 231 pp.

Rice DW, Wolman AA, Braham HW. 1984. The gray whale, *Eschrichtius robustus*. *Mar. Fish. Rev.* 46: 7–14.

Richardson WJ, Greene Jr CR, Malme CI, Thomson DH. 1995. *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, California, 576 pp.

Rodríguez-Vázquez ME. 2000. Potencial turístico e impacto de la observación de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en Bahía de Banderas, México. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, 122 pp.

Rojas-Bracho L. 1984. Presencia y distribución del rorcual común, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en el Golfo de California, México. Tesis de licenciatura en Biología. Unam. México, DF, 157 pp.

Rojas-Bracho L, Taylor B. 1999. Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). *Mar. Mammal Sci.* 15(4): 974–989.

Rojas-Bracho L, Clapham PJ, Urbán-Ramírez J, Manzanilla-Niam S, Brownell RL, Taylor BL, Cipriano F, Swartz S. 2003. A word of caution for the nautical steps tourist development. *J. Cetacean Res. Manage.* 5(Suppl.): 357–358.

Rosel PE, Dizon AE, Heyning JE. 1994. Genetic analysis of sympatric morphotypes of common dolphins (Genus: *Delphinus*). *Mar. Biol.* 119(2): 159–167.

Salinas-Zacarías MA. 2005. Ecología de los tursiones, *Tursiops truncatus*, en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de doctorado en Ciencias Marinas. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS.

Sánchez-Pacheco JA, Vázquez-Haikin A, De Silva-Dávila R. 2001. Gray whales' midspring feeding at Bahía de los Ángeles, Gulf of California, Mexico. *Mar. Mammal Sci.* 17(1): 186–191.

Copyrighted material

Santamaría-del Ángel E. 1995. Regiones biogeográficas del Golfo de California basadas en las imágenes del *Coastal Zone Color Scanner*. En: F González Farías y J de la Rosa Vélez (eds.), *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Volumen II. UABC, Ensenada, BC, 337 pp.

Sears R. 1987. The photographic identification of individual blue whales (*Balaenoptera musculus*) in the Sea of Cortez. *Cetus* 7: 4–17.

Sears R. 1990. The Cortez blues. *Whalewatcher* 242: 12–15.

Segura I. 2004. Diferenciación de ecotipos y estructura genética del delfín *Tursiops truncatus* en el Golfo de California. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC, 136 pp.

Segura I, Rocha-Olivares A, Flores-Ramírez S, Rojas-Bracho L. En prensa. Conservation implications of the genetic and ecological distinction of *Tursiops truncatus* ecotypes in the Gulf of California. *Biol. Conserv.*

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000a. Norma Oficial Mexicana NOM-131-ECOL-1998 que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat. *Diario Oficial de la Federación*. 10 de enero de 2000.

SEMARNAT. 2000b. Acuerdo que tiene por objeto dotar con una categoría acorde con la legislación vigente a las superficies que fueron objeto de diversas declaratorias de áreas naturales protegidas emitidas por el Ejecutivo Federal. *Diario Oficial de la Federación*. 7 de junio de 2000.

SEMARNAT. 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-126-ECOL-2000 por la que se establecen las especificaciones para la realización de actividades de colecta científica de material biológico de especies de flora y fauna silvestres y otros recursos biológicos en el territorio nacional. *Diario Oficial de la Federación*. 30 de enero de 2001.

SEMARNAT. 2002a. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. 6 de marzo de 2002.

SEMARNAT. 2002b. Acuerdo por el que se establece como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti, las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. *Diario Oficial de la Federación*. 24 de mayo 2002.

SEMARNAT. 2004. Norma Oficial Mexicana NOM-135-SEMARNAT-2004 para la regulación de la captura para investigación, transporte, exhibición, manejo y ma-

Copyrighted material

nutención de mamíferos marinos en cautiverio. *Diario Oficial de la Federación*. 27 de agosto de 2004.

Silber GK, Fertl D. 1995. Intentional beaching by bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Colorado River Delta, Mexico. *Aquat. Mamm.* 21(3): 183–186.

Silber GK, Newcomer MW, Pérez-Cortés H. 1990. Killer whales (*Orcinus orca*) attack and kill a Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*). *Can. J. Zool.* 68: 1603–1606.

Silber GK, Newcomer MW, Silber PC, Pérez-Cortés-Moreno H, Ellis GM. 1994. Cetaceans in the northern Gulf of California: Distribution, occurrence, and relative abundance. *Mar. Mammal Sci.* 10(3): 283–298.

Tanabe S, Iwata H, Tatsukawara R. 1994. Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals. *Sci. Total Environ.* 154: 163–177.

Tarpy C. 1979. Killer whale attack! *Natl. Geogr. Mag.* 155: 542–545.

Tershy B. 1992. Body size, diet, habitat use, and social behavior of Balaenoptera whales in the Gulf of California. *J. Mammal.* 73(3): 477–486.

Tershy BR, Breese D. 1991. Sightings of feeding gray whales in the northern Gulf of California. *J. Mammal.* 72: 830–831.

Tershy BR, Breese D, Strong CS. 1990. Abundance, seasonal distribution and population composition of balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, Mexico. En: PS Hammond, SA Mizroch, GP Donovan (eds), *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters.* Rep. Int. Whal. Commn (Special Issue 12). Cambridge, Inglaterra. Pp. 369–375.

Tershy BR, Breese D, Alvarez-Borrego S. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 69: 299–302.

Tershy BR, Urbán-Ramírez J, Breese D, Rojas L, Findley LT. 1993a. Are fin whales resident to the Gulf of California? *Rev. Invest. Cient. UABCS* (Ser. Cienc. Mar.) No. Esp. SOMMEMA 1: 69–72.

Tershy BR, Acevedo-Gutiérrez A, Breese D, Strong CS. 1993b. Diet and feeding behavior of fin and bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico. *Rev. Invest. Cient. UABCS* (Ser. Cienc. Mar.) No. Esp. SOMMEMA 1: 31–38.

Thompson PO, Findley LT, Vidal O. 1992. 20-Hz pulses and other vocalizations of fin whales, *Balaenoptera physalus*, in the Gulf of California. *J. Acoust. Soc. Am.* 92(6): 3051–3057.

Copyrighted material

Urbán-Ramírez J. 1996. La población del rorcual común *Balaenoptera physalus* en el Golfo de California. Informe final. Proyecto B040. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). México, DF, 102 pp.

Urbán-Ramírez J, Aguayo A. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific. *Mar. Mammal Sci.* 3: 333–344.

Urbán-Ramírez J, Flores-Ramírez S. 1996. A note on Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) in the Gulf of California, Mexico. *Rep. Int. Whal. Commn* 46: 453–457.

Urbán-Ramírez J, Pérez-Cortés H. 2000. Familia Ziphiidae. En: ST Alvarez-Castañeda, JL Patton (eds.), *Mamíferos del noroeste de México II*. CIBNOR. La Paz, BCS. Pp. 643–653.

Urbán-Ramírez J, Gómez-Gallardo A, Palmeros M, Velásquez G. 1997. Los mamíferos marinos de la Bahía de La Paz. En: J Urbán-Ramírez, M. Ramírez-R (eds.), *La Bahía de La Paz. Investigación y Conservación*. UABCS. La Paz, BCS. Pp. 193–217.

Urbán-Ramírez J, Álvarez C, Salinas M, Jacobsen JK, Balcomb KC, Jaramillo A, Ladrón de Guevara P, Aguayo A. 1999. Population size of humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in waters off the Pacific coast of Mexico. *Fish. Bull.* 97(4): 1017–1024.

Urbán-Ramírez J, Rojas-Bracho L, Guerrero-Ruiz M, Jaramillo-Legorreta A, Findley LT. 2005. Cetacean diversity and conservation in the Gulf of California. En: JE Cartron, G Ceballos, RS Felger (eds.), *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico*. Oxford University Press, New York. Pp. 276–297.

Valdez-Márquez M. 2001. Determinación de hidrocarburos clorados en ballena azul *Balaenoptera musculus* y eufáusidos del Pacífico Mexicano. Tesis de maestría en Ecología Marina. CICESE. Ensenada, BC, 83 pp.

Valdez-Márquez M, Lares ML, Camacho V, Gendron D. 2004. Chlorinated hydrocarbons in skin and blubber of two blue whales (*Balaenoptera musculus*) stranded along the Baja California coast. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 72(3): 490–495.

Vázquez-Morquecho EI. 1997. Distribución espacio-temporal, fidelidad al área y tamaño poblacional del calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) (Gray 1846) en la Bahía de La Paz, BCS, México (1989–1995). Tesis de licenciatura en Biología Marina. UABCS. La Paz, BCS, 66 pp.

Vidal O. 1991. Catalog of Osteological Collections of Aquatic Mammals from Mexico. NOAA Technical Report NMFS 97. San Diego, California.

Vidal O, Pechter G. 1989. Behavioral observations on fin whale, *Balaenoptera physalus*, in the presence of killer whale, *Orcinus orca*. *Fish. Bull.* 87: 370–373.

Copyrighted material

Vidal O, Aguayo A, Findley L, Robles A, Bourillón L, Vomend I, Turk P, Gárate K, Maroñas I, Rosas J. 1987. Avistamientos de mamíferos marinos durante el crucero "Guaymas I" en la región superior del Golfo de California, primavera de 1984. X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Marzo de 1987. México, DF.

Vidal O, Findley L, Leatherwood S. 1993. Annotated checklist of marine mammals of the Gulf of California. Proc. *San Diego Soc. Natl. Hist.* 28: 1–16.

Vidal O, Waerebeek KV, Findley LT. 1994. Cetaceans and gillnet fisheries in Mexico, Central America and the wider Caribbean: A preliminary review. En: WF Perrin, GP Donovan, J Barlow (eds.), *Gillnets and Cetaceans*. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15), Cambridge. Pp. 221–233.

Wells RS, Würsig BG, Norris KS. 1981. Un reconocimiento de los mamíferos marinos en el alto Golfo de California, México. VI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos de la Península de Baja California. Febrero de 1981. La Paz, BCS.

Würsig B, Anderson WJ. 2002. Noise, Effects of. En: WF Perrin, B Würsig, JGM Thewissen (eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, California. Pp. 794–802.

Zavala-González A, Urbán-Ramírez J, Esquivel-Macías C. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in Mexico. En: WF Perrin, GP Donovan, J Barlow (eds.), *Gillnets and Cetaceans*. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue 15), Cambridge. Pp. 235–237.

Zimmermann S. 1989. Alaska region. En: N Atkins, SL Swartz (eds.), *Proceedings of the Workshop to Review and Evaluate Whale Watching Programs and Management Needs*. Center for Marine Conservation and Office of Protected Resources, NMFS-NOAA. Monterey, California. Pp. 6–7.

Comunicaciones personales

Fuentes Isabel, oficina local del Area de Protección de Flora y Fauna-Islas del Golfo de California en Bahía de los Ángeles.

Arce-Smith José, Güero's Sportfishing, Bahía de los Ángeles.

Guzón Oscar, CICESE, BC.

Santillán Oswaldo, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Ensenada, BC.

Copyrighted material

Anexo 1. Cetáceos registrados en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles por mes del año

Especie	Mes											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Eschrichtius robustus (Ballena gris)		×	×	×	×							
Megaptera novaeangliae (Rorcual jorobado o ballena jorobada)			×	×	×		×	×				
Balaenoptera acutorostrata (Rorcual o ballena minke)	×	×	×	×	×	×		×	×	×	×	
Balaenoptera edeni (Rorcual tropical o ballena de Bryde)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Balaenoptera physalus (Rorcual común o ballena de aleta)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Balaenoptera musculus (Ballena azul)				×	×	×			×	×	×	
Physeter macrocephalus (Cachalote)	×	×						×				×
Kogia sima (Cachalote enano)											×	
Ziphius cavirostris (Zífido de Cuvier)				×								
Tursiops truncatus (Tursión o Tonina)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Delphinus delphis (Delfín común de rostro corto)				×	×	×	×	×				×
Delphinus capensis (Delfín común de rostro largo)*	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Grampus griseus (Delfín gris o de Risso)		×	×			×				×		
Pseudorca crassidens (Orca falsa)				×				×		×		
Orcinus orca (Orca)	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Globicephala melas (Calderón de aletas largas)**				×								
Globicephala acrorhynchus (Calderón de aletas cortas)	×	×										×

* En los primeros estudios no se distinguía entre *D. delphis* y *D. capensis* por lo que en teoría *D. capensis* está todo el año.

** Probable identificación errónea; de acuerdo a la descripción de *Globicephala* spp. más actual de Rice (1998), debe considerarse como *G. macrorhynchus*.

Copyrighted material

Fuente
Tershy y Breese 1991, Breese y Tershy 1993, Sánchez-Pacheco *et al.* 2001.
Urbán y Aguayo 1987, Breese y Tershy 1993, Mangels y Gerrodette 1994, Papastravou y Van Waerebeek 1997, Ladrón de Guevara y Heckel 2004.
Tershy 1992; Tershy *et al.* 1990, 1993; Breese y Tershy, 1993.
Tershy 1992, Tershy *et al.* 1990, 1993b, Breese y Tershy 1993, Gendron 1993, Urbán-Ramírez y Flores-Ramírez 1996, Ladrón de Guevara y Heckel 2004.
Wells *et al.* 1981; Rojas-Bracho 1984; Vidal *et al.* 1987, 1993; Tershy 1992; Tershy *et al.* 1990, 1993b; Breese y Tershy 1993; Gendron 1993; Mangels y Gerrodette 1994; Enríquez-Paredes 1996; Urbán-Ramírez 1996; Ladrón de Guevara y Heckel 2004.
Wells *et al.* 1981; Sears 1987, 1990; Tershy 1992; Tershy *et al.* 1990, 1993b; Breese y Tershy 1993; Gendron 1993; Gendron 2002.
Wells *et al.* 1981, Breese y Tershy 1993, Jaquet y Gendron 2002, Jaquet *et al.* 2003, Barbosa-Devéze 2006.
Breese y Tershy 1993, Barbosa-Devéze 2006.
Orr 1967.
Wells *et al.* 1981, Vidal *et al.* 1987, Vidal 1991, Breese y Tershy 1993, Morteo 2004, Segura 2004, Barbosa-Devéze 2006, Segura *et al.* en prensa.
Vidal *et al.* 1987, Wells *et al.* 1981, Breese y Tershy 1993.
Mangels y Gerrodette 1994, Barbosa-Devéze 2006.
Leatherwood *et al.* 1979, Barbosa-Devéze 2006.
Vidal 1991, Breese y Tershy 1993 (septiembre a noviembre), Barbosa-Devéze 2006.
Breese y Tershy 1993, Guerrero-Ruiz *et al.* 1998, Barbosa-Devéze 2006.
Wells *et al.* 1981.
Vidal 1991, Breese y Tershy 1993, Barbosa-Devéze 2006.

Copyrighted material

Copyrighted material

Cuarta parte

Aspectos socioeconómicos

Copyrighted material

Copyrighted material

20 *Pesca ribereña*

Gustavo D Danemann, Esteban Torreblanca-Ramírez y Fermín Smith-Guerra

Introducción

La pesca ribereña ha sido una actividad relevante en Bahía de los Ángeles (BLA) desde que el hombre se estableció en esta localidad. Como proveedora de alimento para la supervivencia de los indígenas cochimíes que habitaban donde en el presente se ubica el poblado, o como actividad productiva que cíclicamente ha dado empleo y mantenido la economía de la mayor parte de los pobladores del área, la extracción de recursos marinos (moluscos, crustáceos, elasmobranquios, peces óseos, tortugas y mamíferos marinos) ha tenido un papel protagónico en la vida y desarrollo de esta comunidad (Ashmann 1959, capítulo 6 de este volumen).

La pesca también ha sido el agente más impactante en el ecosistema marino de esta región. Como se describe en los capítulos 6 y 15 de este volumen, en BLA históricamente se han colapsado siete pesquerías de primer nivel, algo alarmante si se considera que esta región registra la mayor productividad marina del Golfo de California (Alvarez-Borrego *et al.* 1978, Alvarez-Borrego 1983, Alvarez-Borrego y Lara-Lara 1991). Las consecuencias ecológicas de estos colapsos pesqueros aún no han sido evaluadas.

En este marco, tanto por su importancia para la economía local como por su relevante interacción con el ecosistema marino, el estudio de las pesque-

Copyrighted material

rías y el sector pesquero, así como el trabajo de gestión comunitaria y política para mejorar su administración, han sido componentes prioritarios del programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de BLA, iniciado por Pronatura Noroeste (PNO) en 1998. A través de los diversos proyectos que se han implementado como parte de este programa, PNO se ha relacionado activamente con el sector pesquero local, promoviendo su organización y capacitación, y generando información útil para comprender y buscar estrategias para eficientizar la estructura actual del sector. Este reporte presenta una primera descripción general del sector pesquero ribereño y de la actividad pesquera en BLA en la actualidad, basada en datos generados por este programa hasta diciembre de 2006. Esta descripción incluye las características socioculturales y organización interna del sector pesquero local, los aspectos logísticos de la actividad, y los mecanismos internos para la toma de decisiones relacionadas con el uso de los recursos pesqueros del área. En su carácter de línea de base, los indicadores presentados permitirán evaluar en el futuro la evolución de este sector, de la actividad pesquera, y de su administración, y complementa la revisión histórica de la pesca en BLA y el análisis de sus capturas comerciales y deportivas, presentadas en otros capítulos de este volumen.

Métodos

En esta investigación se utilizaron técnicas de observación participativa (Bernard 1995), y se realizaron entrevistas semiestructuradas (Robson 1993, Hobbs 1996, Babbie 1998, Burrows 2001, Johannes 2001) sobre los diversos aspectos de esta actividad, a pescadores, permisionarios de pesca, comercializadores e investigadores con experiencia en el área. Adicionalmente, se aplicó un cuestionario sobre indicadores socioculturales a 49 pescadores ribereños (pescadores comerciales y buzos comerciales) de la localidad (91% del sector pesquero de BLA; ver formulario en el apéndice 1), entre septiembre de 2003 y marzo de 2004. El trabajo de campo fue implementado principalmente por uno de los autores (F Smith-Guerra), quien por su carácter de nativo de BLA y pescador en la localidad por más de 25 años, contó con la confianza de los entrevistados y evaluó en todo momento la calidad de la información por ellos proporcionada.

Copyrighted material

Resultados y discusión

Los pescadores ribereños de Bahía de los Ángeles

El adjetivo "ribereño" o "artesanal" se utiliza indistintamente en Baja California, incluyendo a BLA, para definir al pescador que utiliza una embarcación abierta con motor fuera de borda. Internacionalmente, existe una gran variedad de modalidades de pesca para las que se utilizan estos términos, y a su vez existen otros términos para definir a estas pesquerías. McGoodwin (1990) señaló que todas estas pesquerías o modalidades de pesca tienen en común el relativamente pequeño capital invertido, por lo que todas ellas pueden agruparse bajo la denominación de "pesquerías de escala pequeña" (*small-scale fisheries*).

Así definidos, los pescadores ribereños de BLA son los agentes directamente involucrados en la extracción de recursos pesqueros. Esto lo realizan mediante dos grupos de técnicas de pesca: utilizando redes, trampas, o líneas de mano ("pescadores comerciales", en la jerga local), o utilizando un equipo de buceo semiautónomo (*hooka*), que consiste en un compresor que opera sobre la embarcación y que suministra aire a un buzo por medio de mangueras ("buzos comerciales"). En noviembre de 2006 este sector estaba integrado por 38 pescadores comerciales y 17 buzos comerciales (apéndice 2). En las discusiones subsiguientes, nos referiremos a ambos grupos como "pescadores".

Hasta marzo de 2004 (fecha en que concluimos la realización de entrevistas, y a la que se remiten los datos que exponemos a continuación), 60% de los pescadores que vivían en BLA eran nativos del estado de Baja California, y de éstos, más de la mitad había nacido en BLA. En menor porcentaje estaban representados pescadores originarios de Baja California Sur (17%), Sonora (15%), Sinaloa (4%) y Colima (4%). El 96% contaba con algún grado de educación formal, ya sea primaria completa (32%), primaria incompleta (26%), secundaria completa (22%), secundaria incompleta (4%), preparatoria (6%), secundaria técnica (2%) o universidad (4%). El 32% de los pescadores tenían entre 31 y 40 años de edad. El resto del sector se distribuía en los intervalos de edades de 41 a 50 años (29%), 18 a 30 años (19%), 61 a 70 años (10%), y 51

Copyrighted material

a 60 años (8%). La composición de edades indica que durante los últimos 10 años el reclutamiento de nuevos pescadores ha sido menor que el promedio de las últimas cinco décadas, lo que explica que casi el 80% de los pescadores tenga más de 30 años de edad.

La experiencia de los pescadores de BLA es muy heterogénea, con algunos que realizan esta actividad desde hace más de 50 años, hasta otros que comenzaron a pescar hace sólo un año. En marzo de 2004, 36% tenía entre 11 y 20 años de haberse iniciado en la actividad, 23% entre 21 y 30 años, 17% entre 31 y 40, y 15% más de 40 años; sólo 9% contaba con menos de 10 años de experiencia. Estos datos indican que este sector está muy arraigado y cuenta con importante experiencia acumulada.

En 1994, 66.7 % de los pescadores de más de 30 años de edad se dedicaba casi exclusivamente a la pesca (Zavala-González 1999). Sin embargo, aunque en la actualidad 90% de los pescadores de BLA se dedica a la pesca comercial durante todo el año (y 19% pesca "por gusto"), una porción significativa aprovecha la afluencia de turistas para prestar servicios como guías de pesca deportiva. En 2004, 90% de los pescadores percibía que la explotación de los recursos pesqueros "fue mejor hace cinco años" o "fue mejor en el pasado", lo que se relaciona directamente con la disminución de los volúmenes y el valor de las capturas. Sólo 6% de los pescadores (los que tienen menos tiempo dedicándose a la actividad) creía que la explotación de los recursos es más redituable en la actualidad, evidenciando el fenómeno cultural conocido como "modificación de líneas de base" (*shifting baselines*; Pauly 1995, Sáenz-Arroyo *et al.* 2005), mientras que 4% de los pescadores no percibía cambio alguno a través del tiempo.

En 2004, el ingreso *per capita* mensual de la mayoría de los pescadores de BLA se situaba entre los $2,000 y los $5,000 pesos, percibiendo 33% de ellos un ingreso entre $3,000 y $4,000 pesos. Sólo 15% de los pescadores tenía un ingreso mayor a $5,000 pesos mensuales, y 34% tenía un ingreso menor a $3,000, valor considerado por debajo del salario mínimo. (Tipo de cambio de referencia: $10.50 pesos. = US$ 1.00 dólar estadounidense). Los ingresos relativamente bajos de esta última porción del sector coinciden con su grado de equipamiento, ya que 31% no contaba con embarcación propia; sin embargo, 53% contaba con una embarcación, 8% poseía dos embarcaciones, 6% tres, y 2% cinco. En su totalidad, los pescadores que poseen más de dos

Copyrighted material

embarcaciones son, además, permisionarios ("armadores" en el caso de los que operan embarcaciones mayores, o pesca de mediana altura) que trabajan con varios equipos de pescadores (en la sección siguiente se describe a esta porción del sector).

En forma coincidente con la percepción mayoritaria de que en "el pasado" (hace más de diez años) la pesca era más redituable, 78% de los pescadores consideró que la actividad pesquera empeoraría en los próximos cinco años. Un 12% de los pescadores tenía una percepción aún más pesimista, asegurando que la pesca en BLA "próximamente se extinguirá". Sólo 8% consideraba que la pesca mejoraría en los próximos años, mientras que 2% consideraba que ésta se mantendría sin cambios. Asimismo, la mayor parte de los pescadores (71%) prefería que sus hijos *no* se dediquen a la pesca. Esta preferencia está motivada por diversas razones, entre las que destacan lo poco redituable de la actividad, el panorama incierto de la pesca en el futuro próximo, y lo difícil y riesgoso del oficio, percibiéndose las carreras profesionales como opciones más convenientes. Esta suma de percepciones y preferencias explica el relativamente bajo porcentaje de jóvenes de BLA que en la actualidad se dedican a esta actividad.

Por otro lado, 22% de los pescadores *sí* querían que sus hijos se dedicaran a la pesca, para "seguir la tradición familiar", y por la esperanza de que mejorara el sistema de administración, con lo que la actividad "sí sería redituable". (Implícitamente, esta última afirmación atribuye el escaso beneficio económico de la pesca en la actualidad a las deficiencias de la administración de esta actividad). Independientemente de lo que preferían para sus hijos, a 92% de los pescadores de BLA les gusta la actividad que realizan, y sólo 8% manifestó estar dispuesto a cambiar de oficio para obtener una mayor remuneración.

Los permisionarios de pesca

La mayoría de los pescadores de BLA no cuentan con permisos de pesca propios, por lo que deben vender su producción localmente, o bien a permisionarios de pesca locales o foráneos. El permisionarios de pesca es un empresario que cuentan con uno o varios permisos para la captura y comercialización del producto.

Copyrighted material

Los registros de la Subdelegación de Pesca de la SAGARPA en Ensenada (SAGARPA, no publicado) señalan que durante 2004 operaron en BLA 17 permisionarios de pesca, de los cuales sólo cinco eran residentes de BLA, y los 12 restantes eran particulares residentes en otras partes del estado de Baja California (tabla 1; el apéndice 2 presenta una actualización de este dato a noviembre de 2006). Por lo general, los permisionarios residentes en BLA también son pescadores y operan exclusivamente en esta localidad, mientras que los permisionarios foráneos se dedican exclusivamente a la comercialización de productos pesqueros, que adquieren en varias localidades de la región.

Tabla 1. Número de embarcaciones que contaban en 2004 con permiso de pesca para los recursos explotados en Bahía de los Ángeles (Fuente: Subdelegación de Pesca, SAGARPA, 2004). M: extracción manual

Recurso	Permisionarios																	Embarcaciones por recurso
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Almeja generosa *(Panopea generosa)*										2								2
Pulpo *(Octopus)*		3	2	4	M		3				5	2	5	3	2	7		36
Lisa *(Mugil)*		1			3	1					6	2		3				16
Tiburón (varios)		2	1	3	1	2	2	2			3	2		3		7		28
Escama (varios)		3	2	6	3	2	2	3	1		6	6	5	3	2	7		51
Calamar *(Loligo)*			2									2					8	12
Cangrejo			2															2
Jaiba *(Callinectes)*												6						6
Alga Roja (Gracilaria)	3																	3

Entre las actividades de los permisionarios se encuentran la compra de producto capturado por pescadores libres (que no cuentan con un permiso propio), la organización, avituallamiento y financiamiento de equipos de pescadores (en estos casos, empleados del permisionario), el transporte del producto desde BLA a los centros de distribución (Ensenada, Tijuana, San Diego y Los Ángeles), y en dos de los cinco casos de permisionarios residentes en BLA, el procesamiento y comercialización de dicho producto en instalaciones propias.

Copyrighted material

Por lo general, cada permisionario trabaja con un promedio de seis embarcaciones menores o "pangas". El permisionario muchas veces necesita financiar la operación del pescador adelantando efectivo o insumos a los efectos de comprometerlo de alguna manera para que le venda el producto. Esto les confiere una gran ascendencia y capacidad de decisión en la comunidad, pero a la vez constituye uno de los principales riesgos económicos para el permisionario, que finalmente depende de la voluntad y responsabilidad del pescador para responder a los compromisos adquiridos. La ausencia de instalaciones para la conservación del producto obliga al permisionario a trasladarse de Ensenada a BLA con suficiente hielo para mantener el producto hasta su regreso, con su carga del producto así obtenido a dicha ciudad, y aún así esperar que se den todas las condiciones para que el pescador salga a pescar, tenga éxito, y le entregue a él (y no a otro comprador) su producción.

Los permisionarios son el eslabón inicial de la cadena de comercialización de los productos pesqueros de BLA, destinados principalmente a los mercados de Ensenada, Tijuana y el sur de California. El proceso de transporte y comercialización incrementa el precio de los productos, quedando la mayor parte de este diferencial en manos de los intermediarios. Por ejemplo, en 2001 el precio de venta al público en Ensenada, por kilogramo de pescado eviscerado, era en promedio 138% superior al precio pagado al pescador en playa (tabla 2). Sumado a esto, el promedio del precio pagado al pescador en playa disminuyó en términos absolutos casi 33 % entre 2001 y 2003 (tabla 3). Los pescadores obtienen ganancias superiores cuando comercializan su producción en el reducido mercado local, que incluye restaurantes, taquerías, consumidores domésticos y visitantes; no existen en este momento registros de los precios que se manejan en el mercado local.

Aspectos logísticos y técnicos de la pesca ribereña en BLA

La utilización de motores más potentes, el aparente agotamiento de algunos recursos pesqueros en zonas tradicionales de pesca, y el incremento en el número de embarcaciones y de pescadores en la región, han impulsado una ampliación lenta pero permanente de la zona de influencia de la actividad pesquera de BLA (Zavala-González 1999). En la actualidad, la actividad pesquera originada en este poblado se realiza a cabo en los alrededores de la Isla Ángel

Copyrighted material

Tabla 2. Precio modal de los principales productos pesqueros de Bahía de los Ángeles (BLA), en playa y al consumidor final en Ensenada, BC (2001; información tomada de los avisos de arribo archivados en la representación de la Oficina de Pesca en BLA, y de entrevistas en comercios de Ensenada)

Recurso	Precio ($ pesos por kg entero eviscerado)		Diferencia (%)
	En playa	En Ensenada	
Angelito	10	18	80.0
Blanco	6	27	350.0
Cabrilla arenera	12	22	83.3
Cazón	12	18	50.0
Extranjero	8	27	237.5
Guitarra	10	18	80.0
Jurel	12	35	191.7
Lenguado	18	50	177.8
Lisa	9	20	122.2
Pulpo	25	45	80.0
Tiburón	12	20	66.7

Tabla 3. Precio en playa de los principales recursos pesqueros de Bahía de los Ángeles durante 2001 y 2003 y su diferencia absoluta en %

Recurso	Nombre científico	Precio en playa ($ pesos por kg)		Diferencia (%)
		2001	2003	
Angelito	*Squatina californica*	10	8	-20
Blanco	*Caulolatilus princeps*	6	6	0
Cabrilla	*Paralabrax maculatofasciatus*	12	6	-50
Cazón	*Mustelus* spp.	12	8	-33
Extranjero	*Paralabrax auroguttatus*	8	6	-25
Guitarra	*Rhinobatus productus*	10	6	-40
Jurel	*Seriola lalandi*	12	6	-50
Lenguado	*Paralichthys californicus*	18	12	-33
Lisa	*Mugil cephalus* o spp.	9	4	-55
Pulpo	*Octopus* sp.	25	25	0
Tiburón	Principalmente familias Alopiidae, Carcharhinidae, Cetorhinidae, Lamnidae, Sphyrnidae y Triakidae	12	9	-25

Copyrighted material

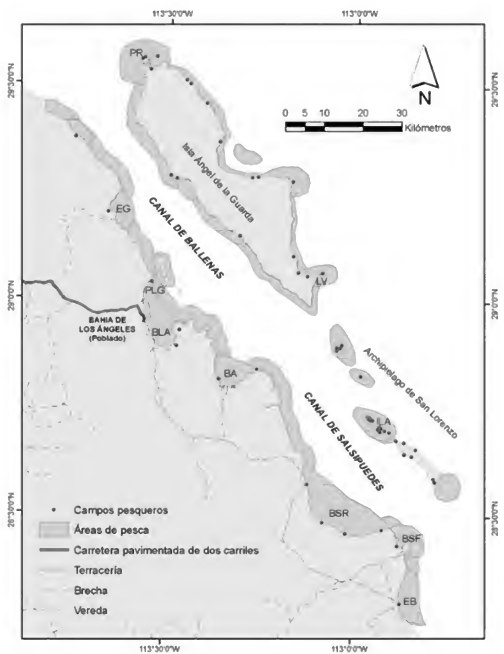
de la Guarda y en los canales de Salsipuedes y Ballenas, desde Punta La Asamblea y Puerto Refugio (este último en el norte de la Isla Ángel de la Guarda) hasta Punta San Francisquito. Esto incluye la Ensenada de Guadalupe, Isla Coronado, Punta La Gringa, Bahía Las Ánimas, Isla Las Animas, Bahía San Rafael y El Barril (fig. 1), áreas reconocidas como caladeros importantes por los pescadores de BLA. En esta región se encuentran establecidos 37 campos pesqueros temporales, 12 de ellos en la península y 25 en las islas. En gran medida, el establecimiento y utilización de campamentos de pesca temporales está regido por la distribución espacial y temporalidad de los recursos.

La flota de pesca ribereña con base en BLA está constituida por 42 pangas, con esloras de 22 a 25 pies (~6.7–7.6 m). Éstas son impulsadas con motores fuera de borda de entre 60 y 110 HP, y carecen de capacidad instalada para refrigerar o enhielar el producto a bordo. A lo largo del año, los pescadores ajustan sus técnicas, esfuerzo y áreas de pesca a las características particulares de la distribución y estacionalidad de cada recurso (tabla 4). Cuando la actividad pesquera se enfoca a recursos disponibles todo el año, los pescadores se concentran en zonas de pesca específicas, moviéndose entre éstas para localizar las especies de interés y maximizar sus capturas. Cuando los recursos son estacionales, las jornadas de trabajo son más largas y se enfocan a las áreas donde se presentan las "corridas", o movimientos migratorios de los peces. En otro capítulo de este volumen se describen en detalle las técnicas de pesca utilizadas y los recursos capturados.

Los pescadores de BLA compiten por los recursos pesqueros con pescadores de Bahía Kino y Puerto Libertad (Sonora), que acampan tanto en la costa peninsular como en las islas de la región, y que operan sin contar con un permiso para pescar en el litoral del estado de Baja California. También existe competencia con la flota de pesca industrial (enfocada a la captura de pelágicos menores, que el pescador de BLA identifica como alimento de las especies blanco de sus pesquerías), con la flota de pesca deportiva local, con los pescadores deportivos foráneos (mayormente extranjeros utilizando sus propias embarcaciones), y con las embarcaciones de pesca deportiva mayores provenientes del puerto de San Felipe (Baja California). La operación de estas flotas o grupos de pescadores no se encuentra regulada en el área, y no existen esquemas de zonificación, cuotas de aprovechamiento, ni vigilancia de ningún tipo. Hasta el momento de preparación de este reporte, no se con-

Copyrighted material

Figura 1. Ámbito geográfico de la pesca ribereña con base en Bahía de los Ángeles. PR: Puerto Refugio; EG: Ensenada de Guadalupe; LV: La Víbora; PLG: Punta La Gringa; BLA: Bahía de los Ángeles; BA: Bahía de las Animas; ILA: Isla Las Animas; BSR: Bahía San Rafael; BSF: Bahía San Francisquito; EB: El Barril. Si bien estas áreas se reconocen individualmente por los pescadores de BLA, la división que se presenta entre ellas es arbitraria y se incluye solamente con fines de ilustración



Copyrighted material

taba con información sobre el número de embarcaciones de pesca ribereña foráneas operando en esta región.

Tabla 4. Estacionalidad y artes utilizadas para los principales recursos pesqueros en el área de BLA

Recurso	Arte de pesca	Estacionalidad
Angelito (*Squatina californica*)	Trasmallo de 6 ½ y 8"	Enero a marzo
Lenguado (*Paralichthys californicus*)	Trasmallo de 6½ y 8"	Febrero a abril
Baqueta (*Epinephelus acanthistius*)	Cimbra, línea	Marzo a septiembre
Pulpo (*Octopus*)	Buceo semiautónomo tipo "Hooka", gancho	Marzo a septiembre
Jurel (*Seriola lalandi*)	Red de seda, trasmallo de 6½"	Abril a agosto y
Guitarra (*Rhinobatus productus*)	Trasmallo de 6½"	octubre a enero
Manta (*Dasyastis brevis, Gymnura marmorata, Myliobatis californica*)	Trasmallo de 6½"	Junio a agosto
Tiburón (varios)	Palangres, cimbra, red agallera, arpón, línea y anzuelo	Junio a sepiembre
Cazón (*Mustelus*)	Trasmallo de 4" y 6½"	Junio a diciembre
Sierra (*Scomberomorus sierra*)	Red de cerco, redes agalleras y trasmallos	Julio a agosto
Almeja generosa (*Panopea generosa*)	Buceo semiautónomo tipo "Hooka", bomba para remover arena	Septiembre a marzo
Pepino de Mar (*Isostichopus fuscus*)	Buceo semiautónomo tipo "Hooka", recolección manual	Diciembre a marzo Diciembre a junio
Cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*)	Trampa multiespecífica	Anual
Cabrilla extranjera (*Paralabrax auroguttatus*)	Trampas	Anual
Lisa (*Mugil*)	Red de encierro de 4" y 6½"	Anual
Blanco (*Caulolatilus princeps*)	Trampas	Anual
Especies demersales en general (escama)	Pesca nocturna con buceo semiautónomo tipo "Hooka" y arpón	Anual

Copyrighted material

Organización del sector pesquero

Las características y condiciones de trabajo de los pescadores ribereños de BLA han moldeado su conducta y esquemas de organización, íntimamente relacionados a los ciclos de bonanza y colapso que históricamente han seguido las pesquerías de esta región (capítulo 6 en este volumen). En forma similar a lo observado en la mayoría de las pesquerías de pequeña escala (McGoodwin 1990), el trabajo del pescador de BLA demanda gran esfuerzo físico, presenta alto riesgo, ingresos relativamente bajos, alto nivel de individualismo, y dependencia de recursos de propiedad común y acceso libre. Los pescadores de BLA deben enfrentar condiciones de comercialización fluctuantes e impredecibles, costos de producción que se incrementan más rápido que la remuneración que reciben por sus capturas (ver, por ejemplo, tabla 3), competencia intra e intersectorial, disposiciones administrativas a menudo complicadas y ajenas a la realidad operativa de BLA, y políticas de desarrollo (por ejemplo, en el sector turístico) que no incluyen ni consideran a la actividad pesquera.

En este marco, los pescadores de BLA han optado por trabajar exclusivamente para un permisionario, o bien asociarse en equipos de trabajo y vender su producto al mejor postor. En el primer caso, el permisionario establece un arreglo temporal con el pescador, a través del cual paga al mismo un salario, comisión o cuota por trabajo a destajo, aporta el equipo de pesca y los insumos necesarios (u otorga un préstamo al pescador para comprometer su producción, como se señaló anteriormente), y además compra el producto. En el sistema de organización por equipos, dos o más pescadores se asocian a los efectos de compartir sus embarcaciones y artes de pesca en forma complementaria. En BLA la mayoría de los pescadores trabajan bajo el primero de estos esquemas, mientras que los que laboran bajo el sistema de equipos se asocian con familiares o amigos cercanos.

En contraste con la percepción negativa respecto al futuro de la pesca (comentada anteriormente), 94% de los pescadores manifestó en 2004 su disposición a integrarse a una cooperativa de producción pesquera o algún otro tipo de organización, así como a participar en proyectos productivos asociados a la pesca. Esto se debe al reconocimiento de las organizaciones productivas como una forma de regularizar embarcaciones, obtener per-

Copyrighted material

misos de pesca, y reducir el intermediarismo. En este sentido, en marzo de 2004 se constituyó la Asociación de Buzos de Bahía de los Ángeles, AC, en marzo de 2005 la Sociedad de Producción Rural (SPR) Buzos de Bahía (con 11 miembros), y en octubre de 2005 la SPR Pescadores Atrevidos de Bahía (con nueve miembros). Estas organizaciones de productores son las primeras que logran constituirse tras dos décadas de dependencia absoluta del régimen de comercializadores/permisionarios. A principios de 2006 se constituyó la SPR Isla del Angel, dirigida por un permisionario local y otro foráneo, integrando pescadores y personas de la comunidad, a los efectos de compartir el uso de permisos de pesca expedidos anteriormente. También se conformó el grupo denominado "Expomar", integrado por pescadores locales que, mediante contratos de comodato que involucran a sus embarcaciones y equipos de pesca, posibilitaron que un armador foráneo gestionara permisos de pesca para esta localidad. En marzo de 2006 los permisionarios y sociedades de pescadores locales residentes en BLA integraron el Consejo de Pesca y Permisionarios de Bahía de los Ángeles, el cual tiene como objetivo la organización del sector, su representación ante autoridades, y la promoción de un ordenamiento pesquero en la región, así como coadyuvar en las tareas de vigilancia.

Procesos de toma de decisiones relacionadas al uso de los recursos pesqueros

Los procesos formales e informales a través de los cuales los actores involucrados en la actividad pesquera de BLA (administradores, pescadores, comercializadores, investigadores) toman las decisiones relacionadas con el uso de los recursos pesqueros de esta región pueden analizarse a través de siete categorías funcionales (Pinkerton 1989):

1. Obtención y análisis de información sobre los recursos pesqueros

La investigación biológico-pesquera "oficial" en BLA se ha limitado a la evaluación de la biomasa de algunos recursos, realizada por el Centro Regional de Investigación Pesquera de Ensenada (CRIP-Ensenada, dependiente del Instituto Nacional de la Pesca). Dentro del marco regulatorio de la Carta Nacional Pesquera (cuya información carece del detalle necesario para la toma

Copyrighted material

de decisiones sobre la pesca en regiones particulares), la información generada por el CRIP-Ensenada es, en teoría y cuando está disponible, la base para los informes técnicos sobre los que la Subdelegación de Pesca de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) en Baja California, decide la expedición de permisos. Paralelamente y en forma independiente, las organizaciones de productores locales han establecido acuerdos de colaboración con algunas instituciones académicas, a través de los cuales en 2005 se iniciaron investigaciones sobre la abundancia, distribución y biología reproductiva de los principales recursos pesqueros del área. Con esta información se pretende respaldar la solicitud de permisos de pesca, y colaborar en la administración de estas pesquerías. Más allá de los resultados y aplicación de estas investigaciones en los procesos administrativos oficiales, la mayor parte de la información sobre los recursos pesqueros (disponibilidad, abundancia, localización, estacionalidad), utilizada en la toma de decisiones relacionadas a las operaciones de captura de la flota local, proviene de la experiencia directa y empírica de los pescadores, misma que no se refleja en el marco normativo de esta actividad.

2. Decisiones sobre la logística de las capturas, relacionadas con quién, cuándo y dónde (permisos, temporadas y áreas) puede pescar, y a restricciones o especificaciones relacionadas con embarcaciones o artes de pesca

La Subdelegación de Pesca de la SAGARPA es la única dependencia facultada para expedir permisos para la pesca de recursos bentónicos, escama y tiburón, para embarcaciones menores, válidos para todo el litoral del estado. Por su parte, las oficinas centrales de la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura (CONAPESCA) en Mazatlán, Sinaloa, se reservan la expedición de permisos de pesca de pelágicos (mayores y menores) y, en general, la expedición de permisos de pesca a embarcaciones medianas y mayores, que abarcan todo el litoral del Pacífico Mexicano, sin distinción de estados. En ambos casos, los permisos autorizan la explotación de los recursos pesqueros de BLA, pero se expiden sin evaluar los volúmenes capturables en el área, sin una adecuada coordinación intrainstitucional, y sin otorgar ningún tipo de preferencia a los pescadores tradicionalmente establecidos en la localidad. Más allá de este sistema de permisos, en la práctica las pesquerías de BLA son totalmente abiertas, es decir, no opera ningún tipo de licencias

Copyrighted material

de pesca que determine quién puede pescar en la localidad. Más aún, 46 % de los pescadores no cuentan con permisos propios, sino que amparan su actividad en los permisos de pesca otorgados a los comercializadores/permisionarios. Pese a que al menos hasta 1994 los pescadores de Bahía Kino reconocían esta región como territorio de los pescadores de BLA, e inclusive pagaban "cuotas" de producto a los pescadores locales para poder operar en el área (L Bourillón com. pers.), durante el período de estudio no se observó que los pescadores locales ejercieran algún tipo de derecho territorial de pesca informal o *de facto*, y solo en raras ocasiones objetaron la actividad de los pescadores de otras áreas o estados que operan en aguas de la región. En el ámbito local, existe una velada crítica al uso de trampas multiespecíficas para escama por algunos pescadores locales y foráneos, que no ha derivado en limitaciones o lineamientos para el empleo de estas artes. Las decisiones sobre el inicio, término, suspensión temporal o parcial de la actividad pesquera, se toman en forma personal (en el caso de los permisionarios) o de grupo (en el caso de los grupos familiares o de compañeros de trabajo), y considerando fundamentalmente la disponibilidad y ubicación de los recursos y a la disponibilidad de hielo en al poblado, sin que exista ningún proceso o mecanismo de evaluación y toma de decisiones formal al respecto. Salvo la restricción legal para la operación de barcos camaroneros en bahías (Poder Ejecutivo Federal 1991, y similares de años subsiguientes), y la regulación existente para las actividades de pesca deportivo-recreativa (Poder Ejecutivo Federal 1995), no existe ninguna restricción formal o informal respecto al tipo de embarcaciones o artes de pesca utilizables. El sistema de vedas afecta a una porción muy pequeña de las especies capturadas actualmente en la localidad (lisas y pepino de mar), pero éste no es controlado en forma efectiva por la autoridad responsable.

3. Decisiones respecto a la distribución y volumen de las capturas (cuánto puede ser pescado y por quién)

En BLA los pescadores pescan literalmente todo lo que pueden, y no existe ningún tipo de limitación formal o informal respecto al volumen capturable, ni entre pescadores individuales, ni entre diferentes grupos de pescadores o tipos de arte, ni entre pescadores locales y foráneos. La única limitación que ocasionalmente sufren las capturas está dada por la presencia

Copyrighted material

de compradores y, relacionada a esto, la disponibilidad de hielo para conservar el producto. Cuando las condiciones del mercado no son convenientes, los compradores llegan a suspender o a reducir a un mínimo la compra de producto en BLA. Al suspenderse el envío de hielo desde la ciudad, la pesca se limita a los volúmenes necesarios para satisfacer el mercado y el consumo de subsistencia de la localidad.

4. Protección del hábitat marino y la calidad de agua contra el daño producido por otros usuarios.

No existe en el área ningún mecanismo formal para prevenir o afrontar un evento de contaminación o alteración del hábitat marino. La presencia de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el área es eventual y mayormente reactiva. Ante eventos particulares (por ejemplo, varamiento masivo de pelágicos menores), la comunidad (fundamentalmente los prestadores de servicios turísticos y hoteleros) ha mostrado capacidad de organización para proceder a la limpieza de las playas.

5. Vigilancia de las normas o disposiciones pesqueras, incluyendo decisiones logísticas, de distribución y volumen de capturas, y de protección al hábitat marino.

Existen dos agencias federales facultadas para realizar acciones de vigilancia. La Delegación de PROFEPA en Baja California tiene la responsabilidad de vigilar el cumplimiento de las condicionantes de permisos y autorizaciones, y de las normas oficiales mexicanas en materia de protección al ambiente y aprovechamiento y protección de especies en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial; su presencia en BLA es eventual. La Subdelegación de Pesca de SAGARPA en Baja California está encargada de vigilar el cumplimiento de las condicionantes de los permisos y autorizaciones expedidos para el aprovechamiento de recursos pesqueros. En febrero de 2006 se estableció el Comité Consultivo y de Vigilancia de Bahía de los Ángeles, integrado por las mencionadas agencias gubernamentales y representantes del sector pesquero local, pero la indefinición de sus atribuciones rápidamente desalentó la participación local. En la localidad los pescadores por lo general no denuncian ilícitos, por solidaridad con los infractores o temor a represalias.

Copyrighted material

6. Mejoramiento y planeación a largo plazo, para definir dónde concentrar los esfuerzos de la administración pesquera y qué futuro se desea para la actividad en el área.

A nivel local, la administración de las pesquerías de BLA es completamente inmediatista, y la toma de decisiones así como la planeación de actividades se limita al corto plazo. Dentro del esquema de la administración federal esta localidad se encuentra mayormente relegada.

7. Procesos de toma de decisiones relacionadas a las políticas pesqueras.

A nivel regional o nacional, los procesos de toma de decisiones relacionados con las políticas pesqueras se manejan en una escala demasiado amplia como para considerar las condicionantes locales. Las políticas institucionales de la CONAPESCA, así como sus normas administrativas, son diseñadas sin intervención del sector pesquero de BLA y, en general, sin la participación de la Subdelegación de Pesca de SAGARPA en Baja California. La organización del sector pesquero local es reciente, y aún no cuenta con la capacidad de incidir efectivamente en la toma de decisiones administrativas de las agencias gubernamentales. Por ejemplo, en octubre de 2004 la SPR Buzos de Bahía propuso al Gobernador del Estado el establecimiento de un Consejo de Pesca de Bahía de los Ángeles, como parte del Comité de Pesca y Acuacultura del Estado de Baja California. Si bien en su momento el Gobernador expresó su apoyo a la iniciativa, ésta no fue respaldada en los hechos por las autoridades estatales o federales. La misma asociación propuso a las autoridades en enero de 2006 una serie de lineamientos para ordenar y normar la pesca del pepino de mar, que tampoco recibió respuesta oficial. Estas dos iniciativas son ejemplo tanto del interés de una parte del sector local por colaborar en los procesos de toma de decisiones, como de la renuencia de las autoridades a responder a esas demandas.

Conclusiones

La tradición pesquera de BLA, así como el arraigo y experiencia de sus pescadores ribereños, no han sido suficientes para promover el desarrollo de un sector pesquero económicamente saludable, suficientemente organizado, y políticamente activo. Pese a la importancia histórica de esta actividad en la

Copyrighted material

región, BLA continúa siendo un extremo de marginación no sólo geográfico, sino también político y administrativo en el estado de Baja California, en donde la planeación y presencia gubernamental se dan sólo en forma marginal, reactiva y condicionada. La inexistencia de medios para conservar la producción *in situ*, y la falta de claridad y coherencia en el proceso de expedición de permisos de pesca, han mantenido a los pescadores locales a expensas de los comercializadores y permisionarios, tanto legales como irregulares, manteniendo a una parte importante de la actividad fuera de todo esquema de regulación. A esto se suma la operación en el área de flotas de otros puertos, tanto bajacalifornianos como sonorenses, cuya producción no es registrada ni controlada localmente. En este marco, el desarrollo futuro de la actividad dependerá del apoyo que las autoridades otorguen a la organización del sector pesquero local, de la medida en que promuevan y faciliten su participación en la toma de decisiones y la generación de información biológico-pesquera, y en que garanticen la legalidad y sustentabilidad de la actividad mediante la implementación de programas de manejo pesquero específicos, respaldados por un esquema de permisos justo y debidamente vigilado.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los miembros de las sociedades de producción rural Buzos de Bahía, Isla del Ángel y Pescadores Atrevidos de Bahía, a la Asociación de Pesca Deportiva y Ecoturismo de BLA, así como a los pescadores ribereños y permisionarios de pesca de BLA en general y a la Subdelegación de Pesca de SAGARPA en Ensenada, Baja California, por compartir con nosotros la información utilizada en esta investigación. La cartografía utilizada fue desarrollada por S Muñoz y JM Beltrán, del Centro Pronatura de Información para la Conservación del Noroeste de México. El programa de pesca sustentable de Pronatura Noroeste en BLA ha sido financiado por David and Lucile Packard Foundation, Sandler Family Supporting Foundation, Marisla Foundation e International Community Foundation.

Copyrighted material

Resumen

En 2004, el sector pesquero de Bahía de los Ángeles (BLA) estaba integrado por 38 pescadores y 17 buzos comerciales. La mayor parte de éstos eran nativos de Baja California, contaba con educación formal, tenía más de 30 años de edad, y entre 10 y 30 años de experiencia en la actividad. Pese al arraigo y tradición pesquera, la percepción pesimista que comparten sobre el futuro de la actividad desincentiva el reclutamiento de nuevos pescadores. Sólo cinco de los 17 permisionarios de pesca registrados en BLA en dicho año eran residentes de la localidad. La mayor parte del sector pesquero local no cuenta en el presente con permisos de pesca propios, lo que sumado a la carencia de medios de conservación del producto, obliga a los pescadores a depender de los permisionarios/comercializadores para su operación. En 2005 la flota de BLA estaba compuesta por 42 embarcaciones de 22 a 25 pies de eslora, las cuales compiten por los recursos con la flota deportiva de San Felipe (Baja California), con las flotas ribereñas menores de Bahía Kino y Puerto Libertad (Sonora), y con pescadores deportivos mayormente extranjeros que cuentan con embarcaciones propias. El análisis de los procesos de toma de decisiones relacionados con el uso de los recursos pesqueros pone en evidencia la ausencia de planeación y regulación efectiva de la actividad pesquera en esta localidad, la reticencia de las autoridades a apoyar la organización e involucramiento del sector pesquero en lo que a administración se refiere, y el inmediatismo y falta de medidas de protección a los recursos pesqueros que privan en las estrategias de producción.

Abstract

In 2004, the fishing sector of Bahía de los Ángeles (BLA) was composed of 38 fishermen and 17 commercial divers. Most of them are native to Baja California, have received formal education, are more than 30 years old and have between 10 to 30 years of experience in their respective activities. Despite the long fishing tradition and its historic roots in the area, the pessimistic perception regarding the future of the activity hinders the recruitment of new fishermen. Only five of the 17 individuals who held fishing permits for BLA in 2004 were local residents, highlighting that most of the local fishermen do not actually fish under their own fishing permits. This situation, combined

Copyrighted material

with a lack of a local infrastructure to preserve their catches, obligates most of the fishermen to depend on permit holders and intermediate distributors for their operation. In 2005, the BLA commercial fishing fleet was composed of 42 boats of 22 to 25 feet in length, which compete for resources with the sport fishing fleet of San Felipe, Baja California, the minor coastal fishing fleets of Bahía Kino and Puerto Libertad, Sonora, and with mostly foreign sport fishermen operating their own boats. Analysis of the decision making process and the use of fishery resources in this location, puts into focus the lack of planning and effective regulation for all the local fisheries, the reticence of the authorities to support the organization and involvement of the fishing sector in the management of their own resources, as well as the short-term vision and lack of fishery resource protection measures that dominate the current production strategies.

Referencias

Alvarez-Borrego S. 1983. Gulf of California. En: CB Ketchum (ed.), *Estuaries and enclosed seas*. Elsevier. Amsterdam, Holanda. Pp. 427–449.

Alvarez-Borrego S, Rivera JA, Gaxiola-Castro G, Acosta-Ruiz MJ, Schwartzlose RA. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Cienc. Mar.* 5: 53–71.

Alvarez-Borrego S, Lara-Lara R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: J Dauphin, B Simoneit (eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. Amer. Assoc. of Petrol. Geol. Memoir 47.

Aschmann H. 1959. *The Central Desert of Baja California: demography and ecology*. Ibero-americana #42. University of California. Berkeley & Los Ángeles.

Babbie E. 1998. *The practice of social research*. Wadsworth Publishing Company. USA, 465 pp.

Bernard R. 1995. *Research methods in cultural anthropology: qualitative and quantitative approaches*. New York: Alta Mira Press, 676 pp.

Burrows B. 2001. MPA perspective: why and how MPA planners should obtain fishermen's knowledge. *MPA News* 3(5): 3.

Hobbs J. 1996. Speaking with people in Egypt's St. Katherine National Park. *The Geographical Review* 86(1): 1–21.

Johannes B. 2001. On the need for the study of indigenous fisher's knowledge. *MPA News* 3(5): 5.

Copyrighted material

McGoodwin JR. 1990. *Crisis in the world's fisheries. People, problems, and policies.* Stanford University Press. Stanford, California, 235 pp.

Pauly D. 1995 Anecdotes and the shifting baseline syndrome of fisheries. *Trends Ecol. Evol.* 10: 430.

Pinkerton E. 1989. Attaining better fisheries management through co-management – prospects, problems and propositions. En: E Pinkerton (ed.), *Co-operative management of local fisheries: new directions for improving management and community development.* University of British Columbia Press. Vancouver, British Columbia, Canadá. Pp. 3–33.

Poder Ejecutivo Federal. 1991. Acuerdo que norma el aprovechamiento de las especies de camarón en los sistemas lagunario-estuarino y bahías del Océano Pacífico, incluido el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. 26 de septiembre de 1991.

Poder Ejecutivo Federal. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de la jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de la Federación*. 9 de mayo de 1995.

Robson C. 1993. *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers.* Blackwell, Oxford.

Sáenz-Arroyo A, Roberts C, Torre J, Cariño M, Enríquez R. 2005. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proc. R. Soc. B Published online*, doi:10.1098/rspb.2005.3175: 1–6.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). No publicado. Registro de permisos de pesca otorgados para la región de Bahía de los Ángeles durante 2004. Subdelegación de Pesca de SAGARPA. Ensenada, Baja California.

Zavala-González A. 1999. El lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y su relación con la pesca en la Región de las Grandes Islas, Golfo de California, México. Tesis doctoral. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, Baja California, México. Pp. 55–89 y 129–157.

Comunicaciones personales

Bourillón, Luis. Comunidad y Biodiversidad, AC. Guaymas, Sonora.

Copyrighted material

Apéndice 1. Entrevista aplicada a pescadores comerciales de Bahía de los Ángeles

Encuesta no._____ Fecha _____ Encuestador _____

Datos personales

1.- Nombre
2.- Lugar de nacimiento
3.- Fecha de nacimiento
4.- Escolaridad
5.- Estado civil
6.- Número de hijos
7.- Edades de los hijos

Actividad pesquera

8.- ¿En qué año se inició en la pesca?
9.- ¿Por qué se dedica a la pesca?
10.- ¿Cuántos meses al año se dedica a la pesca?
11.- ¿Cuál es el nombre del campo pesquero en el que usted trabaja?
12.- ¿Cuál es su lugar de desembarco?
13.- ¿Con quiénes trabaja?
14.- ¿Cuántas embarcaciones posee?
15.- ¿Cuál es el número y tamaño de malla de los chinchorros que posee?
16.- ¿Cuántas y qué tipo de trampas posee?
17.- ¿Cuántos equipos de buceo posee?
18.- ¿Posee otras artes de pesca? ¿Cuáles?
19.- Mencione las cinco principales áreas de pesca donde trabaja.
20.- Mencione los cinco principales recursos que pesca y en qué meses los pesca.
21.- ¿Cuál es el nombre del comprador o permisionario a quien vende o para quien trabaja?
22.- Opcional: ¿Cuál es su ingreso mensual promedio?

(Continúa)

Copyrighted material

Percepción

23.- ¿Para usted la pesca en BLA estuvo mejor o peor hace cinco años?
24.- ¿Cómo cree que vaya estar la pesca en cinco años?
25.- Mencione tres cosas que deberían hacerse para que mejore la pesca en BLA.
26.- ¿Entraría usted a una cooperativa o sociedad de pesca? ¿Por qué?
27.- ¿Le gusta su trabajo o preferiría cambiar a otra actividad?
28.- ¿Le gustaría participar en proyectos productivos?
27.- ¿Quisiera que sus hijos se dedicaran a la pesca cuando sean grandes? ¿Por qué?
28.- ¿Qué le gustaría que sus hijos hagan cuando sean grandes?
29.- ¿Tiene usted algún comentario?

Copyrighted material

Apéndice 2: Permisionarios de pesca (y procedencia), pescadores y buzos comerciales registrados en Bahía de los Ángeles (noviembre de 2006)

	Permisionarios de pesca	Procedencia	Pescadores comerciales	Buzos comerciales
1	Amares, SA de CV	Ensenada	Alonso Gallegos Aguilar	Benito A. Cordero Murrillo
2	Buzos de Bahía, SPR de RL	Bahía de los Ángeles	Armando Arce Navarro	Yoshio Suzuki R.
3	Carlos Alfredo Ascolani Romo	Foráneo	Benjamín Morales Valdez	Rito Vale Navarro
4	Carlos Verdugo Leree	Bahía de los Ángeles	Diego Verdugo Leree	Salomón Fuerte Amador
5	Christian Zeferino Mancilla Ávalos	Ensenada	Eduardo Villavicencio	Marco Antonio Urías Avilés
6	Francisco Javier Valencia Redondo	Foráneo	Efrain Cordero Rubio	Mario Anastacio Camacho Navarro
7	Francisco Verdugo Leree	Bahía de los Ángeles	Efrén Alexis Ocaña Fuerte	Loreto Espinoza Fuerte
8	Graciela Quiñones Grageda	Ensenada	Federico Arce Fuerte	Luis Murillo Romero
9	Grupo Mr Fish SA de CV	Ensenada	Fernando Anaya	José Fuerte Navarro
10	Isaac Villalobos Uribe	Tijuana	Hector Morales Romero	Jesús Alberto Fuerte Navarro
11	Jorge Chacón Carapia	Foráneo	Hugo Alberto Zurita	Francisco Javier Urías Avilés
12	Jose Guadalupe Villaseñor Chavarín	Foráneo	Isamo Suzuki	Francisco Javier Zumaya Navarro
13	Juan Antonio González Morales	Ensenada	Javier Savín Smith	Hector Ángel Avilés Urías
14	Julio César Moreno Prado	Bahía de los Ángeles	Jesús Edubiges Fuerte Ibarra	Jaime Camacho Navarro
15	Pesquera Varze, SA de CV	Ensenada	Jesús Flores Cordero	Eric Paredes Arroyo
16	Raul Cortez Navarro	Bahía de los Ángeles	Jorge Arce Villavicencio	David Cortez Navarro
17	Victor Ignacio Lizárraga Sánchez	Bahía de los Ángeles	Jorge Fuerte Navarro	Carlos Iván Reynoso Mesa
18	Isla del Ángel, SPR de RL	Bahía de los Ángeles	José del Carmen Murillo	
19			José Luis Camacho Navarro	
20			José Maria Arce Romero	
21			José María Gonzalez Castro	

(Continúa)

[Copyrighted material]

Apéndice 2: Permisionarios de pesca (y procedencia), pescadores y buzos comerciales registrados en Bahía de los Ángeles (noviembre de 2006) *(continúa)*

Permisionarios de pesca	Procedencia	Pescadores comerciales	Buzos comerciales
22		Juan Fuerte Espinoza	
23		Juan Romero Amador	
24		Manuel Cortés	
25		Miguel Arce Villavicencio	
26		Omar Rico Puga	
27		Oscar Camacho Navarro	
28		Oscar Cordero Rubio	
29		Oscar Savín Smith	
30		Pedro Verdugo Leree	
31		Ramón Cordero Flores	
32		Ramón Fuerte Ibarra	
33		Ramón Verdugo Leree	
34		Saúl Verdugo Smith	
35		Vasilio Navarro Verdugo	
36		Víctor Cortez Navarro	
37		Yoshio Suzuki Savin	
38		Arturo Ponce	

[Copyrighted material]

Copyrighted material

21 *Pesca deportiva*

Esteban Torreblanca-Ramírez,
Socorro Muñoz-Ramírez, Gustavo D Danemann
y Fermín Smith-Guerra

Introducción

Si bien la pesca deportiva no ha sido una actividad económica preponderante en Bahía de los Ángeles (BLA), se ha mantenido en forma constante desde la década de 1940 como un atractivo tradicional para los visitantes del poblado. Inicialmente, la mayor parte de los guías de pesca deportiva eran pescadores ribereños que aprovechaban la presencia de turistas para ofrecer este servicio en forma circunstancial. Paulatinamente el sector se ha ido especializando, y en la actualidad la mayoría de los guías de pesca deportiva se dedican a esta actividad en forma exclusiva, generando una derrama económica irregular a lo largo del año, pero cada vez más importante.

Conjuntamente con las pesquerías comerciales (ver capítulo 20 de este volumen), la pesca deportiva ha sido un componente prioritario del programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de BLA, iniciado por Pronatura Noroeste (PNO) en 1998. A través de los diversos proyectos que se han implementado como parte de este programa, PNO se ha relacionado activamente con los prestadores de servicios turísticos y guías de pesca deportiva de esta localidad, promoviendo su organización y capacitación, y generando información útil para mejorar la administración de la actividad y procurar su sustentabilidad.

Copyrighted material

Basado en los resultados generados por el mencionado programa hasta noviembre de 2004, este reporte describe las características generales de la actividad, sus aspectos logísticos, y la composición de las capturas, presentando una serie de indicadores socioculturales y económicos que definen a este sector en la actualidad.

Métodos

En esta investigación se utilizaron técnicas de observación participativa (Bernard 1995) y se aplicaron entrevistas semiestructuradas (Robson 1993, Hobbs 1996, Babbie 1998, Burrows 2001, Johannes 2001) sobre los diversos aspectos de esta actividad, a prestadores de servicio de pesca deportiva (guías de pesca deportiva, conductores y propietarios de embarcaciones), pescadores comerciales, hoteleros, propietarios de campamentos turísticos, e investigadores con experiencia en el área. Paralelamente, se revisó la bibliografía y documentos relacionados con el área de estudio, a los efectos de recabar la información disponible en instituciones académicas y en dependencias oficiales, particularmente en la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la Secretaría de Turismo (SECTUR), y la Secretaría de Turismo del Estado de Baja California (SECTURE). Se aplicó un cuestionario (apéndice 1) sobre indicadores socioculturales a 26 prestadores del servicio de pesca deportiva (68% del total), entre septiembre de 2003 y marzo de 2004. Finalmente, durante 2004 y 2005 se analizaron las capturas de 213 viajes de pesca deportiva, con el objeto de describir la composición específica, volumen y tallas de los organismos capturados. El formato de registro constó de tres secciones, abarcando datos generales, composición de las capturas, y datos biométricos de los organismos capturados (apéndice 2). El cuestionario y la mayor parte de la investigación social fueron implementados principalmente por uno de los autores (F Smith-Guerra), quien por su carácter de nativo de BLA y pescador en la localidad por más de 25 años, contó con la confianza de los entrevistados y evaluó en todo momento la calidad de la información por ellos proporcionada.

Para describir la distribución espacial y temporal del esfuerzo de pesca deportiva en el área, en abril, junio y septiembre de 2004, y enero de 2005, se entrevistó a un total de 73 guías locales de pesca deportiva (18 en primavera, 15

Copyrighted material

en verano, 20 en otoño y 20 en invierno). Durante estas entrevistas se solicitó a los informantes dibujar, en mapas de la región con escala 1:50,000, las zonas utilizadas para la captura de las diversas especies de interés en cada estación del año. Esta información, presentada en forma de dibujos sobre un mapa, fue procesada en un sistema de información geográfica, utilizando la "Metodología del Patrimonio Natural" (*Natural Heritage Methodology*, NatureServe 2002), que permite estimar e incorporar en forma rigurosa la imprecisión derivada del método de obtención de los datos geográficos a través de entrevistas.

Resultados y discusión

Producción

La pesca deportiva en BLA incide principalmente sobre 33 especies pelágicas y de ambientes arrecifales, siendo las principales el jurel (*Seriola lalandi*, capturado en 67% de los viajes de pesca deportiva), la cabrilla extranjera (*Paralabrax auroguttatus*, en 61%), el aguado o bocón (*Opistognathus rhomaleus*, 32%), la cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*, 25%), el bonito (*Sarda orientalis*, 23%), el cochito (*Balistes polylepis*, 21%), el blanco (*Caulolatilus princeps*, 18%), la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*, 15%), la barracuda (*Sphyraena lucasana*, 13%), la vieja (*Bodianus diplotaenia*, 8%) y el dorado (*Coryphaena hippurus*, 7%) (tabla 1). La pesca submarina incide principalmente sobre serránidos, carángidos y balístidos, representando en este momento el principal esfuerzo pesquero sobre serránidos de gran tamaño (*Mycteroperca jordani*, *M. xenarcha*, *M. prionura*, *Epinephelus itajara*).

La tabla 1 presenta los estadísticos que describen las características morfométricas de los ejemplares capturados en 213 viajes de pesca deportiva en BLA, durante el período 2003–2005. Estos estadísticos representan indicadores útiles y un primer punto de referencia para la evaluación comparativa del estado de las poblaciones explotadas.

En promedio, cada embarcación de pesca deportiva de BLA captura 47.783 kg por viaje de pesca, correspondientes a un promedio de 26 piezas o peces. Tomando como base que una embarcación realiza un promedio de 100 viajes de pesca en un año, la producción estimada para la flota de pesca deportiva local asciende a 150 toneladas año [1].

Copyrighted material

Tabla 1. Porcentaje del total de piezas obtenidas, talla y peso, de las principales especies capturadas por la pesca deportiva en la región de Bahía de los Ángeles

Especie y nombre científico	%	Tamaño de la muestra *(n)*	Tipo de medida	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Mínimo	Máximo	Mediana	Moda
Jurel										
Seriola lalandi	68	283	Talla (mm)	596	155	0.24	120	1080	647	570
			Peso (gr)	4173	2117	0.51	430	10500	4765	5320
Cabrilla	61	221	Talla (mm)	357	61	0.17	201	594	350	398
extranjera			Peso (gr)	788	704	0.89	170	9045	645	450
Paralabrax auroguttatus										
Aguado	32	268	Talla (mm)	947	53	0.13	47	526	410	440
Opistognathus rhomaleus			Peso (gr)	406	643	0.68	300	7393	838	610
Cabrilla arenera	25	128	Talla (mm)	308	29	0.09	240	410	304	330
Paralabrax maculatofasciatus			Peso (gr)	546	146	0.32	175	910	445	450
Bonito	23	52	Talla (mm)	506	444	0.88	380	590	510	460
Sarda orientalis			Peso (gr)	1757	464	0.26	965	2780	1695	1470
Cochito	21	62	Talla (mm)	378	38	0.10	302	470	380	380
Balistes polylepis			Peso (gr)	953	280	0.29	415	1745	935	780
Blanco	18	60	Talla (mm)	385	52	0.13	308	587	376	370
Caulolatilus princeps			Peso (gr)	810	383	0.47	315	2540	748	615

[Copyrighted material]

Tabla 1. Porcentaje del total de piezas obtenidas, talla y peso, de las principales especies capturadas por la pesca deportiva en la región de Bahía de los Ángeles

Especie y nombre científico	%	Tamaño de la muestra *(n)*	Tipo de medida	Promedio	Desviación estándar	Coeficiente de variación	Mínimo	Máximo	Mediana	Moda
Cabrilla sardinera	15	16	Talla (mm)	456	98	0.22	319	660	430	384
Mycteroperca			Peso (gr)	1578	1253	.079	525	428	838	820
Jurel										
Seriola lalandi	68	283	Talla (mm)	596	155	0.24	120	1080	647	570
			Peso (gr)	4173	2117	0.51	430	10500	4765	5320
rosacea										
Barracuda	13	60	Talla (mm)	533	63	0.12	370	675	541	554
Sphyraena			Peso (gr)	754	163	0.22	355	1120	753	700
lucasana										
Vieja	8	13	Talla (mm)	460	110	0.24	290	615	465	
Bodianus			Peso (gr)	2123	1341	063	470	4405	1865	
diplotaenia										
Dorado	7	23	Talla (mm)	743	169	0.23	490	1135	680	615
Coryphaena			Peso (gr)	2894	1672	0.58	1205	6590	2095	1540
hippurus										

[Copyrighted material]

Ámbito geográfico y estacionalidad

Durante 2004, las zonas de pesca más frecuentadas fueron Isla Coronado (16.4% de los viajes), Isla Piojo (13.5%), Bajo de Guadalupe (12.1%), Punta El Soldado (11.1%), e Isla Cabeza de Caballo (9.7%) (fig. 1).

La distribución del esfuerzo pesquero deportivo en BLA está determinada por las estaciones del año, las condiciones climáticas, los ciclos reproductivos y migratorios de las especies de interés y, especialmente, por la afluencia de visitantes durante las temporadas vacacionales estadounidenses (por ej. *spring break*, *Memorial Day*, vacaciones de verano) y mexicanas (Semana Santa, vacaciones verano, vacaciones de fin de año).

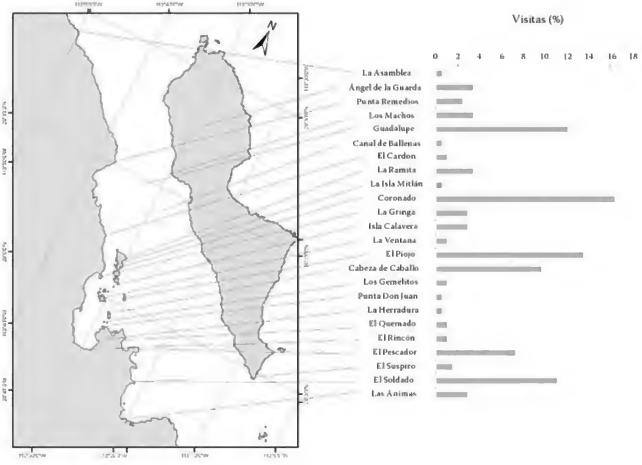
En la primavera las principales especies capturadas son el aguado, el blanco, la cabrilla extranjera y el jurel. Las tres primeras especies se encuentran asociadas a fondos rocosos. El aguado se captura a lo largo de la Bahía de Guadalupe hasta Punta El Cardón, en el Bajo de Guadalupe, en Punta Machos (costa oeste de la Isla Ángel de la Guarda) y frente a Punta Don Juan. El jurel, especie emblemática de la pesca deportiva local, es una especie migratoria capturada principalmente durante la primavera. Comparte la zona de pesca de Punta Machos y los alrededores de la Isla Coronado con el blanco y la cabrilla extranjera, y el Bajo de Guadalupe con el aguado (fig. 2a).

Durante el verano la pesca deportiva se enfoca en el aguado (capturado entre Punta el Cardón y Punta la Gringa, y entre Punta Don Juan y Punta el Pescador), el bonito (pez pelágico capturado a lo largo de la costa al norte de Punta la Gringa, y alrededor de las islas, principalmente al sur de Isla Piojo), y la cabrilla extranjera (capturada cerca a la costa desde Punta el Cardón hasta Punta el Pescador) (fig. 2b).

En el otoño las especies más capturadas son el aguado (que se encuentra desde Punta El Cardón hasta Punta La Gringa, y entre las islas Coronado y Piojo), el bonito (capturado al norte de Isla Coronado, entre las islas Piojo y Cabeza de Caballo, en las puntas Don Juan, El Pescador y El Soldado), la cabrilla extranjera (al sur de la Isla Piojo, entre Isla Cabeza de Caballo y Punta Don Juan, desde la Ensenada El Quemado hasta Punta El Pescador, y frente a Punta El Soldado), la cabrilla sardinera (capturada al norte de Punta Machos y alrededor de la punta sur de la misma Isla Ángel de la Guarda), el jurel (que en esta estación se encuentra en la porción norte del Canal de Ballenas) y el

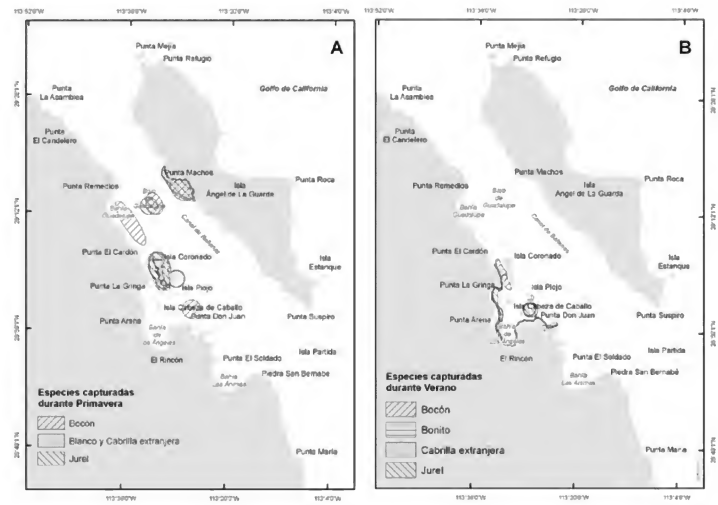
Copyrighted material

Figura 1. Porcentaje de utilización de áreas (caladeros) para la pesca deportiva en la región de Bahía de los Ángeles, durante la temporada 2004–2005



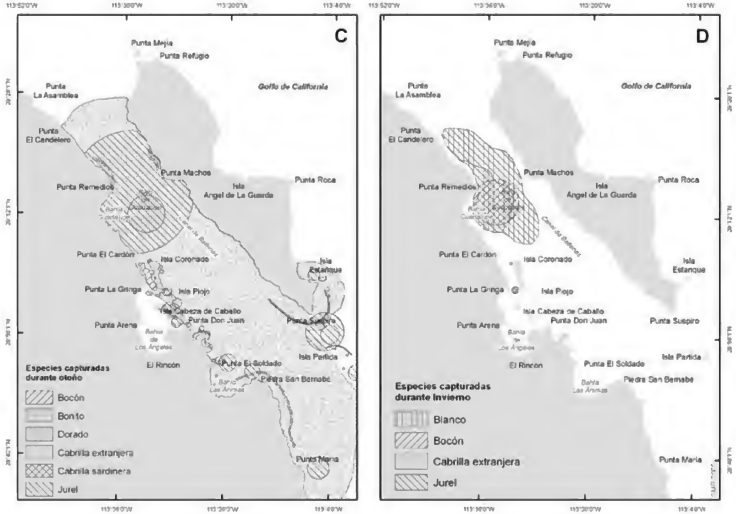
Copyright restricted

Figura 2. Distribución espacial de la pesca deportiva en la región de Bahía de los Ángeles, por estación del año. (a) Primavera, (b) verano, (c) otoño, e (d) invierno



[Copyrighted material]

Figura 2. *(Continúa)*



dorado (especie epipelágica de desplazamientos horizontales muy amplios, capturada en esta estación a lo largo del Canal de Ballenas, en los alrededores de la Isla Ángel de la Guarda hasta Punta Estanque, y desde el sur de Isla Coronado hasta Piedra San Bernabé) (fig. 2c).

Durante el invierno la pesca deportiva incide sobre el blanco, el aguado, la cabrilla extranjera y el jurel, especies principalmente capturadas al norte de BLA en el Canal de Ballenas, desde Punta El Candelero hasta la región al sur del Bajo de Guadalupe (fig. 2d).

Aspectos técnicos y operativos

En 2004 la flota de pesca deportiva de BLA estaba constituida por 35 embarcaciones de fibra de vidrio de entre 6.70 y 8.53 m (22 y 28 pies) de eslora, impulsadas por motores fuera de borda de entre 60 y 200 HP. Localmente se distinguen tres tipos de embarcación: la *panga* (22 a 25 pies de eslora, con vivero y equipo de seguridad), la *media superpanga* (25 o más pies de eslora, con vivero, equipo de seguridad y consola), y la *superpanga* (28 o más pies de eslora, con vivero, equipo de seguridad, consola y en algunos casos sanitario; Avendaño *et al.* 2004). Hasta diciembre de 2004, 80% de estas embarcaciones contaban con matrícula y permiso de pesca deportiva. Adicionalmente, 14 embarcaciones de pesca comercial ofrecían circunstancialmente servicios de pesca deportiva; 42% de estas embarcaciones no contaban con los permisos y/o equipamiento requeridos legalmente para este tipo de actividad.

El equipo empleado en BLA consiste en cañas de fibra de vidrio, con carrete y línea de monofilamento de diversos grosores, anzuelos con carnada viva (sardina o macarela, 55.19%), o señuelos (tipo *currícán*, 35.23%, o *rapala*, 9.58%). Los lances pueden ser de fondo o de superficie, dependiendo de las especies buscadas en cada caso. Otra variedad de pesca deportiva es la pesca o caza submarina, para la cual se utilizan principalmente arpones con ligas de goma. Si bien de acuerdo a la Ley de Pesca y su Reglamento esta actividad debe realizarse exclusivamente mediante buceo libre (en apnea o a pulmón), los guías de pesca deportiva permiten a los turistas arponear utilizando equipo de buceo autónomo (SCUBA), sin ningún tipo de restricción.

El 76% de los viajes tiene una duración de entre 5:30 y 7:30 horas, participando en ellos cuatro (43.5%), tres (28.3%) o dos (15.2%) pescadores deportivos.

Copyrighted material

Los prestadores de servicios de pesca deportiva

En BLA residen y trabajan 38 prestadores de servicios de pesca deportiva, incluyendo guías de pesca deportiva y propietarios de embarcaciones que cuentan con personal para operarlas (datos de 2004; el apéndice 3 presenta una actualización a noviembre de 2006). En términos generales, el trabajo del guía de pesca deportiva (en ocasiones denominado *"capitán"* de la embarcación) se caracteriza por no demandar mucho esfuerzo físico, presentar grandes responsabilidades, ingresos superiores al salario mínimo y a las ganancias de un pescador ribereño, individualismo, desorganización, y dependencia de los recursos de propiedad común y acceso libre.

El 77% de los prestadores del servicio de pesca deportiva de BLA son nativos del estado de Baja California; 39% nació en BLA y 38% en otras localidades del estado. En menor porcentaje están representados pescadores originarios de Baja California Sur (19%) y otros estados (4%). El 92% cuenta con educación formal, ya sea primaria incompleta (30%), primaria completa (23%), secundaria completa (8%), preparatoria (19%), carrera técnica (4%) o universidad (8%).

El 31% de los prestadores de servicios tiene entre 51 y 60 años, representando esta clase de edad la mayoría del sector. El resto del sector se distribuye entre los 41 y 50 años (30%), 18 a 30 años (15%), 31 a 40 años (12%) y 61 a 70 años (8%). Su experiencia como guías de pesca deportiva es muy heterogénea, encontrándose pescadores con 34 años en la actividad, y pescadores que comenzaron a trabajar como guías recién en 2000. El 35% tiene entre 11 y 20 años de haberse iniciado en esta actividad, 23% entre 1 y 10 años, 23% entre 21 y 30 años, 15% entre 31 y 40, y 4% más de 41 años de experiencia. Estos datos indican que, si bien existe arraigo y una gran experiencia acumulada por parte de este gremio (de hecho, 88% de los prestadores del servicio de pesca deportiva se dedica a esta actividad durante todo el año, y 23% presta el servicio "por gusto"), el reclutamiento de nuevos prestadores del servicio de pesca deportiva ha sido mayor o igual durante los últimos 10 años que el promedio de las últimas cinco décadas. Coincide con esta observación el hecho de que, como se señaló anteriormente, casi 85% de los prestadores del servicio de pesca deportiva tienen más de 30 años de edad.

Copyrighted material

Veintisiete guías de pesca deportiva (71% del total) son propietarios de la embarcación que operan; 61% cuenta con una sola embarcación, 15% posee dos embarcaciones, 8% tres, y 4% (un solo individuo) siete. Los guías-propietarios por lo general prestan un servicio reconocido por los visitantes como de alta calidad. Esto se refleja en clientes que contratan repetidas veces los servicios de un mismo guía, inversión regular en mantenimiento de la embarcación y equipos, e ingresos anuales relativamente elevados.

Once guías de pesca deportiva (29% del total) operan embarcaciones ajenas, y reciben como remuneración un sueldo diario fijo. De estos once guías, siete trabajan para un mismo propietario, quien se encarga de tratar con los turistas, manejar las reservaciones, dar mantenimiento a las embarcaciones y motores, asegurar el abastecimiento de gasolina, realizar la cobranza y pagar los sueldos de los guías.

El 70% de los prestadores de servicios de pesca deportiva tiene un ingreso mensual superior a $4,000 pesos. El 22% percibe entre $2,000 y $3,000 pesos, 4% entre $3,000 y $4,000, y 4% entre $1,000 y $2,000 (considerada esta última cantidad por debajo del salario mínimo). (Tipo de cambio de referencia: $11.00 pesos = US$1.00 dólar estadounidense).

El 92% opina que la explotación de los recursos pesqueros "estuvo mejor en el pasado", lo que se relaciona directamente con la disminución registrada en los volúmenes y valor de las capturas. Sólo 4% de los prestadores (los que tienen menos tiempo dedicándose a la actividad) cree que la explotación de los recursos se encontraba peor en el pasado, mientras que un mismo porcentaje no percibe cambio alguno a través del tiempo. En forma consecuente con dicha percepción, 88% de los prestadores del servicio de pesca deportiva considera que como actividad económica la pesca deportiva empeorará en el futuro. Sólo 8% considera que la pesca deportiva mejorará en los próximos años, mientras que 4% considera que se mantendrá sin cambios. Sin embargo, la mayor parte de los prestadores de servicios (46%) quieren que sus hijos se dediquen a la pesca deportiva, para "seguir la tradición familiar", y por la esperanza de que cada vez haya más turismo y mejore el sistema de administración, con lo que la actividad "sería redituable". Quienes prefieren que sus hijos *no* se dediquen a esta actividad (42%), están motivados por la escasez o irregularidad en la afluencia de turistas, el futuro que se percibe como incierto para esta actividad, y lo difícil y riesgoso del oficio, en contraste con las

Copyrighted material

carreras profesionales que se consideran como opciones más convenientes. Independientemente de lo que prefieran para sus hijos, 84% de los prestadores de BLA les gusta la actividad que realizan, y sólo 4% estaría dispuesto a cambiar de oficio para obtener una mayor remuneración.

Una porción importante de los pescadores comerciales o ribereños considera a esta actividad como una opción económica más conveniente que la pesca ribereña, sólo limitada por la escasa afluencia de turistas en el área. El ingreso oportunista de pescadores comerciales al negocio de la pesca deportiva, con embarcaciones de menor calidad y equipamiento, y a menudo carentes de los permisos y seguros requeridos, causa malestar entre los prestadores de servicios turísticos de tiempo completo.

Comercialización de los servicios

El 52% de los prestadores de servicios cuenta con algún sistema de reservaciones, 26% con ninguno y 22% no pudo definir. De los prestadores que utilizan algún sistema de reservación, 76% utiliza Internet y 24% teléfono. El 43% cuenta con algún medio de promoción, 15% no cuenta con ningún medio y 42% de los encuestados no pudo definir. De los prestadores que cuentan con un medio de promoción, 50% se promueve vía Internet, 20% por teléfono, 20% por medio de la organización Grupo Marino Ejidal (especializado en proveer servicio de transportación marina a estudiantes e investigadores científicos), y 10% utiliza tarjetas de presentación.

El 54% de los viajes se cobran entre US$100 y US$125 dólares estadounidenses, 31% se cobra entre US$126 y US$150, 12% entre US$75 y US$100 dólares, y 4% en más de US$150. Los factores que influyen en la variación de los costos son la distancia a recorrer (dependiendo del área seleccionada para pescar), la embarcación utilizada y los costos de gasolina. En 2004 hubo un intento por estandarizar los costos por viaje de pesca deportiva dependiendo de la distancia del recorrido y el tipo de embarcación (Avendaño *et al.* 2004), pero finalmente no se llegó a un acuerdo formal entre los prestadores de este servicio.

Copyrighted material

Licencias de pesca deportiva

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) es la dependencia gubernamental encargada de autorizar las actividades de pesca deportiva en México. Para ello expide licencias individuales por un día, una semana, un mes o un año, que se pueden adquirir en San Diego, California (EUA), en Ensenada, Baja California, y en BLA (generalmente en el Restaurante Guillermo's, aunque la disponibilidad de licencias está limitada a la atención que puedan prestar los dueños de este establecimiento). El Comité de Pesca Deportiva de Baja California ha gestionado la participación de los clubes y asociaciones de pesca del estado para la venta de las licencias en sus lugares de origen.

Organización del sector

Los prestadores de servicios turísticos de pesca deportiva de BLA están agrupados en dos organizaciones: la Asociación de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles, AC (la Asociación), y la empresa Samuel Díaz Sportfishing.

La Asociación se constituyó formalmente el 30 de diciembre del 2003, teniendo como objetivo "promocionar, reglamentar y unificar los servicios de pesca deportiva en esta localidad, haciendo un uso sustentable de los recursos marinos de la región". En 2005 contaba con 23 socios activos que operaban un total de 26 embarcaciones, de las cuales 23 estaban matriculadas y contaban con permiso, mientras que tres se encontraban en proceso de regularización. En forma colectiva, en ese mismo año 20 de los asociados adquirieron un seguro de daños contra terceros (lo que nunca se había considerado en BLA), mientras que 12 asociados tramitaron y obtuvieron permiso de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para desarrollar actividades de observación turística del tiburón ballena (*Rhincodon typus*). Desde abril de 2004 la Asociación se encuentra incorporada al Comité Estatal Integral de Pesca Deportiva y Actividades Náuticas del Estado de Baja California, AC, y en octubre de 2004 se le aceptó como miembro del Consejo Asesor del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. En su carácter de grupo organizado, la Asociación

Copyrighted material

ha gestionado en 2004 fondos del Programa de Desarrollo Rural Sustentable (PRODERS), operado por la mencionada área natural protegida, a los efectos de ofrecer a sus miembros y a la comunidad en general un primer programa de capacitación para la pesca deportiva sustentable, que constó de tres cursos sobre temas específicos.

La empresa Samuel Díaz Sportfishing es propiedad de Samuel Díaz, hijo de Antero Díaz, quien fue fundador de Casa Díaz y pionero de la prestación de servicios turísticos en BLA. La empresa cuenta con siete embarcaciones matriculadas y con permisos, operadas por igual número de guías. Si bien esta empresa no participa en las actividades de la Asociación, comparte sus fundamentos y objetivos. Desde julio de 2005 ambos grupos representan a BLA en forma conjunta en el Comité de Pesca Deportiva del Estado de Baja California.

En BLA se realizan anualmente dos torneos de pesca deportiva. El Torneo Anual de Pesca de Jurel es organizado tradicionalmente en el mes de mayo por el Hotel Guillermo's, coincidiendo con la conmemoración del Día del Trabajo (*Labor Day*) en los Estado Unidos. En 2005 este torneo alcanzó su décimo segunda edición, donándose una parte de las recaudaciones a la iglesia católica local. Los participantes son principalmente pescadores deportivos estadounidenses. El segundo torneo del año es realizado en los primeros días de agosto con motivo de la celebración de las fiestas del poblado, y organizado por los miembros de un comité local a cargo de estas festividades. La participación está compuesta principalmente por pescadores deportivos y ribereños de la misma comunidad.

Operaciones foráneas

La flota de pesca deportiva de BLA comparte el uso del litoral de la Isla Ángel de la Guarda, del Archipiélago San Lorenzo, y parte de los canales de Ballenas y Salsipuedes, con la flota de pesca deportiva proveniente de San Felipe, Baja California. Esta flota está compuesta por cinco barcos con cupo para 18 pasajeros y 12 tripulantes, y bodegas con capacidad para ocho toneladas. Cada barco remolca de seis a 10 embarcaciones menores (tipo *panga*), que una vez ubicadas en el área de pesca son operadas por un guía que conduce a cuatro pasajeros. Cada viaje tiene una duración de seis días y un costo de

Copyrighted material

hasta US$950 dólares por persona. Durante la temporada, cada barco completa alrededor de 20 viajes con una duración media de siete días. La captura total de uno de estos barcos es aproximadamente de dos toneladas. Los prestadores de servicios de BLA consideran que la flota de San Felipe no representa una competencia por el mercado turístico, sino por los recursos pesqueros de la región.

En BLA también operan numerosos equipos de pescadores estadounidenses, que ya sea contratando embarcaciones locales o bien operando una embarcación propia, extraen un volumen de recursos aún no evaluado, pero superior a lo establecido en los permisos y regulaciones en materia de pesca deportiva. En todo caso, los prestadores de servicios turísticos locales no han reaccionado ante esta situación, por considerar que forzar el cumplimiento de los reglamentos en la materia reduciría la afluencia de visitantes al área.

Conclusiones

Si bien la pesca deportiva comparte la explotación de una docena de especies con la pesca comercial, su impacto económico, social y ambiental es diferente. En el plano económico, los ingresos generados por la captura de piezas individuales superan ampliamente el precio pagado por kilogramo a los pescadores ribereños por la captura masiva de las mismas especies. El trabajo del guía de pesca deportiva es más sencillo y especializado que el del pescador ribereño, obliga a un intercambio cultural producto del contacto con visitantes nacionales y extranjeros, y promueve la capacitación continua de los guías. Las exigencias derivadas de la atención al cliente han promovido la organización del sector, la regularización de las embarcaciones, la inversión en seguros y equipos de seguridad y, fundamentalmente, el desarrollo una actitud empresarial, gremial, y de interés en el mediano y largo plazos. Estas características, sumadas al decremento en volumen y valor relativo de las capturas de la pesca ribereña, y a los planes de promoción turística que existen para la región (ver, por ejemplo: FONATUR 2003, CONAPESCA 2004, Vargas 2005), permiten predecir un incremento en el tamaño del sector dedicado a la pesca deportiva en BLA, y en la aportación de esta actividad al producto interno bruto local.

Mientras que el impacto de la pesca deportiva sobre las poblaciones de peces migratorios es significativamente menor que el producido por la pes-

Copyrighted material

ca ribereña, la búsqueda de piezas o trofeos de tamaño mayor representa una amenaza para la conservación de algunas especies demersales. Este es el caso de ciertos serránidos (*Mycteroperca jordani*, *M. xenarcha*, *M. prionura*, *Epinephelus itajara*), que alcanzan un gran tamaño, maduran sexualmente a edades relativamente avanzadas y se agregan para reproducirse. La búsqueda sistemática de individuos de gran tamaño (fundamentalmente hembras, debido a su condición de hermafroditas protándricos), genera una presión importante sobre los principales reproductores de estas especies. Considerando que las poblaciones de estas especies en el Golfo de California están señaladas en riesgo por la American Fisheries Society (*M. jordani*, *M. prionura* y *M. xenarcha* están enlistadas como "vulnerables", mientras que *E. itajara* está enlistada "en peligro de extinción"; Musick *et al.* 2000), y que la Carta Nacional Pesquera (Poder Ejecutivo Federal 2000) define a las pesquerías de serránidos como "aprovechadas al nivel máximo sustentable" (sin discriminar especies), su recuperación poblacional, conservación y futuro aprovechamiento sustentable, requerirán el desarrollo de lineamientos de manejo para la pesca deportiva, que regulen las tallas, áreas y temporadas de captura para cada una de estas especies. Especial protección deberá destinarse a las áreas de agregación reproductiva de estas especies (Sala *et al.* 2003).

Agradecimientos

Los autores agradecen a los miembros de la Asociación de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles, AC, a los prestadores de servicios de pesca deportiva, y a los pescadores comerciales de BLA por compartir con nosotros la información utilizada en esta investigación. Para la realización de los análisis geográficos y la cartografía presentada Socorro Muñoz contó con la asesoría de José M Beltrán, director del Centro Pronatura de Información para la Conservación del Noroeste de México. El Programa de Pesca Sustentable de Pronatura Noroeste en BLA ha sido financiado por David and Lucile Packard Foundation, Sandler Family Supporting Foundation, Marisla Foundation, National Fish and Wildlife Foundation, e International Community Foundation.

Copyrighted material

Resumen

La pesca deportiva en Bahía de los Ángeles (BLA) es una actividad económica que se ha mantenido vigente desde la década de 1940, evolucionando a la par del incremento del turismo en la localidad, y generando una derrama económica importante pero irregular a lo largo del año. Para describir las características de esta actividad, del sector económico que la lleva a cabo y de los recursos pesqueros utilizados, entre 2003 y 2005 se utilizaron técnicas de observación participativa, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los actores sociales involucrados, y se registraron las zonas de pesca, composición específica, volumen y tallas de las capturas. En 2004 operaban en BLA 38 prestadores de servicios turísticos y guías de pesca deportiva. La flota de pesca deportiva estaba constituida por 35 embarcaciones de fibra de vidrio de entre 22 y 28 pies de eslora, impulsadas con motor fuera de borda de entre 60 y 200 HP. La actividad incide principalmente sobre 33 especies pelágicas y de ambientes arrecifales, siendo las principales el jurel (*Seriola lalandi*), la cabrilla extranjera (*Paralabrax auroguttatus*), el aguado o bocón (*Opistognathus rhomaleus*), la cabrilla arenera (*Paralabrax maculatofasciatus*), el bonito (*Sarda orientalis*), el cochito (*Balistes polylepis*), el blanco (*Caulolatilus princeps*), la cabrilla sardinera (*Mycteroperca rosacea*), la barracuda (*Sphyraena lucasana*), la vieja (*Bodianus diplotaenia*), y el dorado (*Coryphaena hippurus*). La distribución del esfuerzo pesquero deportivo en BLA está determinada por las condiciones climáticas, los ciclos reproductivos y migratorios de las especies de interés, y la afluencia de visitantes nacionales y extranjeros durante las temporadas vacacionales. Mientras que el impacto de la pesca deportiva sobre las poblaciones de peces migratorios es significativamente menor que el producido por la pesca ribereña, la búsqueda de piezas o trofeos de tamaño mayor representa una amenaza para la conservación de algunas especies demersales, como es el caso de ciertos serránidos (*Mycteroperca jordani*, *M. xenarcha*, *M. prionura*, *Epinephelus itajara*). La recuperación, conservación y futuro aprovechamiento sustentable de estas especies requiere del establecimiento de lineamientos de manejo que regulen las cuotas, tallas, áreas y temporadas de captura deportiva para cada una de ellas.

Copyrighted material

Abstract

Sport fishing in Bahía de los Ángeles (BLA) is an economic activity that has maintained a continued presence in the region since the 1940's, evolving on par with increases in tourism and generating an important, albeit irregular, economic share throughout the year. To describe the characteristics of the sport fishing economic sector, research was conducted between 2003 and 2005. For this study we used participating observation techniques, we conducted semi-structured interviews with the social stakeholders, and we recorded the fishing zones, the specifies composition, and volume and size of the catch. By 2004, there were 38 fishermen operating in BLA as sport fishing and tour guides. The sport fishing fleet was composed of 35 fiberglass boats between 22 to 28 feet in length, powered by 60 to 200 HP outboard motors. Sport fishing revolves around 33 main pelagic and reef fish species, the most important being the yellowtail kingfish *(Seriola lalandi)*, the goldspotted sandbass *(Paralabrax auroguttatus)*, the giant jawfish *(Opistognathus rhomaleus)*, the spotted sandbass *(Paralabrax maculatofasciatus)*, the Mexican bonito *(Sarda orientalis)*, the finescale triggerfish *(Balistes polylepis)*, the ocean whitefish *(Caulolatilus princeps)*, the leopard grouper *(Mycteroperca rosacea)*, the lucas barracuda *(Sphyraena lucasana)*, the Mexican hogfish *(Bodianus diplotaenia)* and the dolphinfish *(Coryphaena hippurus)*. The distribution of the sport fishing effort in BLA is determined by climatic conditions, the reproductive cycles and migratory patterns of the target species and the affluence of both foreign and national visitors during vacation periods. While the impact of sport fishing on the populations of migratory fish is significantly less than the impact of commercial coastal fishing, the search for prizes or trophies of large size poses a threat for the conservation of some demersal species, as is the case with certain serranidae species such as the gulf grouper *(Mycteroperca jordani)*, the broomtail grouper *(M. xenarcha)*, the sawtail grouper *(M. prionura)* and the goliath grouper *(Epinephelus itajara)*. The recuperation, conservation and future sustainable harvest of these species requires the establishment of management guidelines that regulate quotas, sizes, areas and seasons for the recreational catch of each species.

Copyrighted material

Referencias

Avendaño CL, Casillas B, Torreblanca E. 2004. Memoria del Programa de Capacitación de Guías de Pesca Deportiva de Bahía de los Ángeles. Asociación de Pesca Deportiva y Ecoturismo de Bahía de los Ángeles, AC, CONANP y Pronatura Noroeste. Bahía de los Ángeles y Ensenada, Baja California, 24 pp.

Babbie E. 1998. *The practice of social research*. Wadsworth Publishing Company. EUA, 465 pp.

Bernard R. 1995. *Research methods in cultural anthropology: qualitative and quantitative approaches*. New York: Alta Mira Press, 676 pp.

Burrows B. 2001. MPA perspective: why and how MPA planners should obtain fishermen's knowledge. *MPA News* 3(5): 3.

CONAPESCA (Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca). 2004. *Plan de acción: Estrategia Integral para el Desarrollo de la Pesca Deportiva*. Unidad de enlace para el desarrollo de la pesca deportiva. Mazatlán, Sinaloa, 83 pp.

FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo). 2003. *Escalera Náutica del Mar de Cortés*. México, DF, 136 pp.

Hobbs J. 1996. Speaking with people in Egypt's St. Katherine National Park. *The Geographical Review* 86(1): 1–21.

Johannes B. 2001. On the need for the study of indigenous fisher's knowledge. MPA News 3(5): 5.

Musick JA, Harbin MM, Berkeley SA, Burgess GH, Eklund AM, Findley L, Gilmore RG, Golden JT, Ha DS, Huntsman GR, McGovern JC, Parker SJ, Poss SG, Sala E, Schmidt TW, Sedberry GR, Weeks H, Wright SG. 2000. Marine, estuarine and diadromus fish stocks at risck of extinction in North America (exclusive of Pacific salmonids). *Fisheries* 25(11): 6–30.

NatureServe. 2002. Natural Heritage Methodology. Arlington, Virginia. Publicado en: http://www.natureserve.org/prodServices/heritagemethodology.jsp.

Poder Ejecutivo Federal. 2000. Anexo del acuerdo por el que se aprueba la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*. 28 de agosto de 2000.

Robson C. 1993. *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers*. Blackwell, Oxford.

Sala E, Aburto O, Paredes G, Thompson G. 2003. Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. *Bull. Mar. Sci.* 72(1): 103–121.

Copyrighted material

Vargas E. 2005. Promisorio futuro turístico. Declaraciones de Alejandro Moreno Medina, Secretario de Turismo del Estado de Baja California. *El Vigía*. 7de noviembre de 2005.

Copyrighted material

Apéndice 1. Cuestionario aplicado a prestadores de servicios de pesca deportiva en Bahía de los Ángeles

Cuestionario N°_____ Fecha _____ Encuestador _____

Datos personales

1.- Nombre
2.- Lugar de nacimiento
3.- Fecha de nacimiento
4.- Escolaridad
5.- Estado civil
6.- Número de hijos
7.- Edades de los hijos
8.- ¿Cuál es el servicio turístico que más desempeña al año?
(a) Pesca deportiva, (b) buceo, (c) observación de tiburón ballena, (d) otros

Actividad pesquera

9.- ¿En qué año en que se inició en la pesca deportiva?
10.- ¿Por qué se dedica a la pesca deportiva?
11.- ¿Cuántos meses al año se dedica a la pesca deportiva?
12.- ¿Se dedica también la pesca comercial?
13.- ¿Con quiénes trabaja?
14.- ¿Cuántas embarcaciones posee?
15.- ¿Qué tipo de embarcación(es) es(son)?
16.- Mencione las cinco principales áreas de pesca donde trabaja.
17.- Mencione los cinco principales recursos que pesca, y en qué meses los captura.

Comercialización

18.- ¿Qué forma de promoción y contratación tiene para el servicio que presta?
19.- ¿Maneja algún sistema de reservas?
20.- Si es afirmativa la repuesta anterior ¿por qué medio?

Copyrighted material

21.- ¿Cuál es costo promedio de un viaje?
22.- ¿Cuántos viajes de pesca hace en promedio al mes?
23.- ¿Cuántas personas lleva por viaje?

Percepción

24.- ¿Para usted la pesca deportiva en BLA estuvo hace cinco años mejor o peor que ahora?
25.- ¿Cómo cree que estará la pesca deportiva dentro de cinco años?
26.- Mencione tres cosas que deberían hacerse para que mejore la pesca deportiva en BLA.
26.- ¿Le gusta su trabajo o preferiría cambiar a otra actividad?
27.- ¿Quisiera que sus hijos se dedicaran a la pesca deportiva cuando sean grandes? ¿Por qué?
28.- En caso negativo, ¿Qué le gustaría que sus hijos hagan cuando sean grandes?
29.- ¿Tiene usted algún comentario adicional?

Copyrighted material

Apéndice 2. Formato para el registro de las capturas por viaje de pesca deportiva

DATOS GENERALES

FECHA:			LOCALIDAD:			NOMBRE DEL TÉCNICO:	
NOMBRE DEL GUÍA:			EMBARCACIÓN:			CALADERO:	
N° DE PESCADORES:		HORA DE SALIDA:		HORA DE LLEGADA:		TIEMPO:	
ARTE DE PESCA:	CARNADA VIVA		CURRICAN	RAPALA		ANZUELO	VARA
PERMISO DE PESCA				TITULAR DEL PERMISO			

COMPOSICIÓN DE LA CAPTURA

ESPECIE	NÚMERO DE PIEZAS	PESO TOTAL	ESPECIE	NÚMERO DE PIEZAS	PESO TOTAL	ESPECIE	NÚMERO DE PIEZAS	PESO TOTAL
Aguado			Garropa					
Cabrilla arenera			Baya					
Barracuta			Jurel					
Baqueta roja			Lenguado					
Blanco			Mero					
Cochito			Lopón					
Curvina			Cabrilla sardinera					
Dorado			Vieja					
Cabrilla extranjera			Sierra					

REGISTRO BIOMÉTRICO

ESPECIE	LT	LF	LP	PESO	SEXO	GONADA	OBSERV.

[Copyrighted material]

Apéndice 3. Lista de guías de pesca deportiva registrados en Bahía de los Ángeles (noviembre de 2006)

	Nombre		Nombre
1	Abraham Vázquez Haikin	22	José María Rosas Arce
2	Alfonso Romero Guerrero	23	José María Smith Valdez
3	Alfredo Díaz Romero	24	José Matilde Arce Smith
4	Alfredo Osuna Fuerte	25	José Morales Romero
5	Andres Camacho Urías	26	Juan de Dios Flores Cordero
6	Antero Díaz Rosas	27	Marcos Jesús Blanco
7	Cristhian Baruni	28	Martín Díaz Zurita
8	Eduardo Smith Guerra	29	Pablo Murillo Romero
9	Fermín Smith Guerra	30	Rafael Cuevas
10	Fermín Smith Valdez	31	Rafael Rodríguez Favela
11	Martín Cortez	32	Ricardo Arce Navarro
12	Gilberto Rubio Fuerte	33	Ricardo Cristobal Romero Daggett
13	Guillermo Galván	34	Ricardo Igor Galván Jiménez
14	Guillermo Smith Valdez	35	Roberto Ocaña Arce
15	Hugo Moreno Prado	36	Roberto Rubio Fuerte
16	Javier Chávez	37	Rubén E Romero Guerrero
17	Joel Prieto Villavicencio	38	Rubén Román Romero Daggett
18	JoséFuerte Navarro	39	Samuel Díaz Rosas
19	José Guadalupe Camacho Urías	40	Sergio Navarro Flores
20	José Manuel Navarro Flores	41	Octavio Olachea
21	José María Lucía Galván	42	José Mario Rubio Fuerte

Copyrighted material

Copyrighted material

22 *Servicios turísticos*

Benjamín Casillas-López y
Gustavo D Danemann

Introducción

Las características de Bahía de los Ángeles (BLA), sus islas y aguas adyacentes, la hacen especialmente atractiva para el turismo. Estas características incluyen la belleza de su paisaje costero e insular (Jordán 1951), la presencia de numerosas especies carismáticas marinas (tiburón ballena, tortugas, aves, cetáceos) y terrestres (cactáceas, reptiles), sus aguas claras y con pesca abundante, los numerosos días soleados en el año, el aire seco y la experiencia de aislamiento que ofrece el área en conjunto.

Los primeros turistas llegaron a BLA en la década de 1940, ya sea en sus avionetas privadas o a través de caminos de terracería, para practicar principalmente la pesca deportiva de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) (Cummings 1994). El novelista John Steinbeck, quien visitó la bahía en 1940, describió la presencia de construcciones nuevas, alineadas y modernas, y una pequeña pista de aterrizaje (Steinbeck 1941). Ya entonces, según este autor, había turistas y residentes estadounidenses en BLA. La operación de una aerolínea comercial privada a mediados de la década de 1950, y el establecimiento de la legendaria "Casa Díaz" (descritas en el Capítulo 6 de este volumen) dieron un impulso adicional a la actividad turística en esta localidad.

Copyrighted material

A partir de la inauguración de la Carretera Transpeninsular a inicios de la década de 1970, el número de turistas que visitaban BLA y sus islas registró un incremento importante, especialmente para la práctica de una mezcla de turismo de aventura y de observación de la naturaleza. Estas actividades incluyen el campismo, la observación y fotografía de vida silvestre, el kayakismo, la pesca deportiva, el buceo, y la exploración de las islas y zonas costeras (tabla 1). Algunas de estas actividades están descritas con detalle en otros capítulos de este libro.

En contraste con las características tradicionales del turismo en BLA, de bajo impacto y basado en sus aspectos naturales, y conforme a la tendencia que se observa en todo el noroeste de México, el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) y la Secretaría de Turismo del Estado de Baja California (SECTURE) promueven en esta localidad el establecimiento de infraestructura residencial y turística de gran escala, como parte del proyecto "Escalera Náutica del Mar de Cortés" (FONATUR 2003, SECTURE 2005). Considerando el impulso federal y estatal para este esquema de desarrollo, planeado para continuar durante el sexenio 2007-2012 (Calderón-Hinojosa 2006), y la cercanía del mercado estadounidense, es posible predecir para los próximos años cambios importantes en las características no sólo de la oferta de servicios, sino también de la composición del sector turístico de BLA.

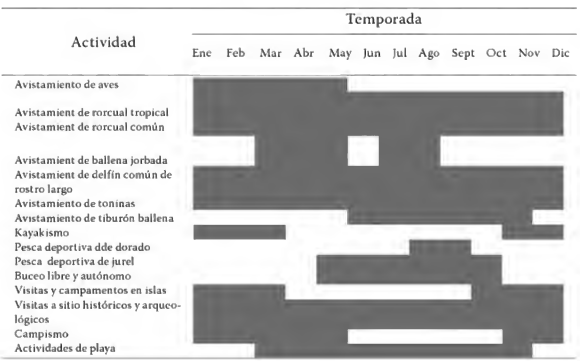
En este marco, el objetivo de este capítulo es ofrecer una descripción básica del sector turístico, la infraestructura instalada y los servicios de apoyo existentes en BLA hasta diciembre de 2005, con la finalidad de establecer un punto de referencia que permita evaluar los cambios que en estos campos pudieran evidenciarse en el corto y mediano plazos.

Metodología

La caracterización de los servicios turísticos disponibles en BLA en 2005, presentada en este capítulo, es parte de los resultados generados por el Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de BLA, iniciado por Pronatura Noroeste A.C. en 1998. Para esta investigación se aplicó entre septiembre y diciembre de 2005 un cuestionario (Miller 1974, Fowler 1995) sobre indicadores socioculturales, características generales de los servicios turísticos disponibles en la localidad, y percepciones personales, a una muestra de 24 residentes de BLA que forman parte de este sector, incluyendo

Copyrighted material

Tabla 1. Actividades turísticas que se realizan en Bahía de los Ángeles (adaptado de CONANP 2005)



hoteleros, propietarios de campamentos turísticos, comerciantes, y propietarios de talleres mecánicos y de otros servicios de apoyo relacionados con el turismo. El cuestionario constó de 25 preguntas cerradas (anexo 1).

La información generada a través del cuestionario fue complementada con información obtenida por medio de observación participativa (Robson 1993, Hobbs 1996, Babbie 1998, Burrows 2001, Johannes 2001). Adicionalmente, se revisaron bibliografía, reportes periodísticos, y documentos relacionados con el área de estudio, en Internet, instituciones académicas y dependencias oficiales. Los datos que se presentan sin citar una referencia, fueron generados en el campo en el transcurso de este proyecto.

Resultados y discusión

Caracterización y estacionalidad de la afluencia turística

Durante el año se registran dos períodos de afluencia alta de visitantes en BLA. El primero de estos periodos ocurre durante abril y mayo, cuando se re-

Copyrighted material

ciben principalmente visitantes mexicanos, mientras que el segundo periodo de alta afluencia es durante el invierno, cuando la mayoría de los turistas son de origen extranjero. El resto del año, pero principalmente durante los meses de junio a septiembre, BLA recibe un promedio constante de turistas tanto nacionales como extranjeros.

El invierno y parte de la primavera es el período de mayor afluencia de turistas que acampan en la costa y/o en las islas. Un número indeterminado de turistas acampan en forma desordenada, principalmente a lo largo de la línea de costa, sin pagar ningún tipo de derechos por el uso del área. En contraste, se ha estimado que la ocupación anual total de las playas localizadas en las islas, es de alrededor de 2,600 turistas que se transportan en kayak y establecen campamentos, y la mayoría lo hacen cubriendo el pago de derechos de uso establecido por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). La Isla Ventana es la que recibe mayor número de acampantes (alrededor de 800; CONANP 2000).

Los turistas permanecen en la localidad un promedio de tres días aunque algunos, los llamados "turistas residenciales", permanecen desde cuatro meses hasta casi la totalidad del año. La afluencia de estos residentes permanentes y semipermanentes ha promovido desde 1985 la renta de lotes y la construcción de inmuebles en la mancha urbana y a lo largo de vastas porciones de la franja costera. Estos lotes, de propiedad ejidal o privada, se rentan por una cuota anual que va desde US$ 400.00 a US$ 2,000.00 dólares. Las propiedades rentadas suman más de 200, y están ocupadas por construcciones permanentes o bien por casas rodantes fijas a las que se les anexan techos, depósitos y habitaciones.

Infraestructura y servicios de apoyo

En BLA y sus alrededores se encuentran establecidos siete hoteles, con un total de 92 habitaciones sencillas, dobles o hasta cuádruples (tabla 2). Todos cuentan con agua corriente, aire acondicionado y/o ventiladores, y cuatro de ellos con electricidad en el horario que presta servicio el generador del poblado, y dos cuentan con generadores propios. Los precios de los cuartos varían entre los U$ 25 y los U$ 70 dólares por noche, dependiendo del tipo de habitación, hotel y temporada. Algunos de estos hoteles cuentan con servicio de televisión satelital, y sólo dos tienen alberca.

Copyrighted material

Tabla 2. Oferta hotelera en Bahía de los Ángeles (diciembre de 2005)

Nombre de establecimiento	Propietario	Características y servicios
Hotel Costa del Sol	Sandra Salas	9 cuartos (7 dobles, 1 sencillo, 1 con cinco camas), aire acondicionado, TV satelital, restaurante
Hotel Guillermo´s	Guillermo Galván	10 cuartos con cuatro camas matrimoniales cada una, aire acondicionado, TV satelital, restaurante
Hotel Las Hamacas	José Estrada	11 cuartos (8 dobles, 3 triples) aire acondicionado, abanicos, TV satelital
Hotel Villa Vita	Adrián Gómez	28 cuartos (9 triples, 9 dobles, 10 sencillos) aire acondicionado, abanicos, TV satelital
Hotel Raquel y Larry´s	Raquel Duarte e hijos	8 cuartos dobles y 2 casas de renta con tres habitaciones cada una. Ventiladores, restaurante, Internet
Hotel Los Vientos	Jesús Torres	13 cuartos (4 dobles, 6 sencillas, 1 presidencial, 1 gobernador y 1 Jr suite) aire acondicionado, TV satelital, restaurante
Hotel Casa Díaz	Antero Díaz (hijo)	12 cuartos dobles, ventiladores

Tabla 3. Estaciones de campo para investigadores y estudiantes

Nombre de establecimiento	Propietario	Características y servicios
Estación Mar Bermejo	Lane McDonald	Dormitorios comunales y laboratorios para estudiantes e investigadores
Estación Mar de Cortés AC	José Mercade	Organización sin fines de lucro, dependiente del Glendale College (Miramesa, California, EUA).

Dos establecimientos sin fines de lucro ofrecen a estudiantes e investigadores científicos hospedaje y facilidades para la preparación de alimentos y para la realización de actividades educativas (tabla 3). Estas "estaciones de

Copyrighted material

campo" cuentan con dormitorios comunales, en los que pueden albergar de 20 a 30 huéspedes.

Para dar servicio a los turistas que utilizan casas rodantes y tiendas de acampar se encuentran establecidos 15 campamentos permanentes, propiedad de ejidatarios o particulares (tabla 4). Estos campamentos (denominados campos en

Tabla 4. Campamentos y campos de casas rodantes en Bahía de los Ángeles (diciembre de 2005)

Nombre de establecimiento	Propietario	Características y servicios
Campo Archelon	Antonio Reséndiz	Cabañas, palapas, camping, baños. Apoyo a estudiantes e investigadores
Campo Gecko	Abraham Vázquez	Palapas, cabañas, camping, pesca deportiva
Campo Dagget	Rubén Dagget e hijos	Camping, palapas, cuartos, baños, pesca deportiva
Campo Mirador	Octavio López	Palapas, camping, baños.
Campo Los Pinos	Marielena Verdugo	Palapas, asadores, camping, baños
Campo San Román	Ramón Verdugo	Palapas, camping.
Campo Sirena	Alfredo Osuna	En este campo se encuentra Villa Bahía (casas de renta). También hay casas particulares habitadas por estadounidenses
Eco-campo La Ventana	Raúl Espinoza	Palapas, asadores, camping.
Eco-campo La Única	Fermín Smith-Valdez e hijos	Cabinas con baño, camping, kayaks, alimentación, snorkeling, pesca deportiva
Campo Amigos	Andrés Camacho	Camping, casas rodantes, lotes en renta, pesca deportiva
Campo Turístico Diego's	Diego Verdugo	Palapas, camping, baños
Camping Baja Delfines portiva.	Ignacio Verdugo	Palapas, camping, pesca de-
Campo Coronado	Rafael Cuevas	
Campo Rosas	Rosa Villavicencio	Camping, casas rodantes, baños.
Trailer Park Guillermo's	Guillermo Galván	Renta de espacios para casas rodantes móviles e instaladas permanentemente.

Copyrighted material

la jerga local) en su mayoría cuentan con letrinas, regaderas, recolección de basura y, en ocasiones, palapas y/o cabañas que se rentan a los visitantes.

Seis de los siete hoteles ofrecen servicio de restaurante; en la localidad operan además dos restaurantes independientes y tres taquerías (tabla 5). Estos establecimientos tienen en promedio entre uno y cinco empleados, y son generalmente atendidos por su propietario.

Tabla 5. Restaurantes en Bahía de los Ángeles (diciembre de 2005)

Nombre del establecimiento	Propietario	Características y servicios
Guillermo´s	Guillemo Galván	Capacidad para 100 comensales, 10 mesas dentro y 10 meses en palapa a la orilla de la playa, servicio de bar
Restaurante Las Hamacas	Francisco Savín Smith	Capacidad para 40 comensales, 10 mesas, servicio de bar
Restaurante Villa Vita	Adrián Gómez	Capacidad para 60 personas, nueve mesas dentro y 12 mesas en el área de alberca
Restaurante Los Vientos	Jesus Torres	Capacidad para 80 personas, 12 mesas en area de restaurante y alberca
Restaurante Victoria del Hotel Costa del Sol	Sandra Salas	Capacidad para 40 comensales 5 mesas dentro y en palapa exterior, servicio de bar
Restaurant Isla	Rodolfo Espejo	Capacidad para 50 personas, 15 mesas
Restaurante Palapa Reyna	Reyna Grijalba	Capacidad para 35 personas, ocho mesas.
Taquería Los Jarritos	Ismael Villavicencio G.	Capacidad para 25 comensales, cuatro mesas.
Taquería Bahía	Guillermina Smith	Capacidad para 20 comensales, tres mesas.
Taquería La Carreta	María Díaz Oleta	Capacidad para 25 comensales, tres mesas

En el ramo comercial se encuentran siete establecimientos dedicados a la venta de alimentos básicos y productos farmacéuticos, ferretería, artículos escolares y licores; tres de estos establecimientos ofrecen además servicio de Internet y telefonía (tabla 6). Existen además tres tiendas especializadas en

Copyrighted material

venta de regalos, y una que vende exclusivamente vinos y licores. El costo de los servicios públicos, principalmente la energía eléctrica (Martínez-Cuevas 2003, Venegas-Soto 2004), limitaba y encarecía en 2005 los productos y servicios que ofrecían los establecimientos comerciales y turísticos de la zona los productos y servicios que ofrecen los establecimientos comerciales y turísticos de la zona.

Tabla 6. Establecimientos de venta de alimentos y bebidas, y comercios en general (diciembre de 2005)

Nombre de establecimiento	Propietario	Características y servicios
Mercado Guillermo's	Guillermo Galván	Abarrotes, artesanías.
Mercado Xitlali	Martha Francisca Cervera	Abarrotes, farmacia, agua purificada, hielo, carnicería
Abarrotes Sandoval	Eliseo Sandoval	Abarrotes, ropa.
Mercado Dos Pinos	Artemio Mancilla	Abarrotes, ferretería, licorería, agua purificada, hielo, tortillería
Minimarket Lizzete	Blanca Díaz de Galván	Abarrotes, caseta telefónica, internet
Mercado Isla	Rodolfo Espejo	Abarrotes, agua purificada, internet, teléfono, instalación TV satelital
Mercado Díaz	Antero Díaz (h)	Abarrotes, licores, artículos para pesca deportiva
Licores Moctezuma	Antero Díaz (h)	Cerveza, licores y botanas.
Salón de eventos Tecate	Antero Díaz (h)	Salón en renta para eventos sociales.
Café Internet Flor del Mar	Martha Francisca Cervera	Telefonía, internet, renta de películas en video y DVD
Novedades Rosalinda	Rosalinda Montes	Papelería, mercería, regalos, ropa
Venta de ropa	Dolores Savín	Ropa
Novedades Villavicencio	Patricia Villavivencio	Regalos, mercería, ropa, souvenirs
Materiales Promaco	Ramón Prieto	Materiales para construcción en general

Copyrighted material

Todos los establecimientos dan servicio a turistas tanto nacionales como extranjeros, aunque algunos son más visitados por clientes de la localidad. De los comerciantes encuestados, la mayoría no tiene preferencia sobre el tipo de cliente, mientras que un 25% de los propietarios prefieren como cliente al turista extranjero, por considerarlo "más amigable", "educado", y con mayor poder adquisitivo.

El poblado cuenta con dos franquicias de PEMEX para la venta de combustible, una establecida desde 2004, y otra en 2007. Un establecimiento adicional vende gasolina en depósitos abiertos, así como gas LP. BLA cuenta con cuatro talleres mecánicos, una llantera y un taller de carrocería y pintura (tabla 7).

En el área de apoyo al turismo náutico, BLA cuenta con una rampa pública y dos privadas para el botado de embarcaciones; no se cuenta con servicio de ma-

Tabla 7. Servicio de taxis, talleres mecánicos y afines en Bahía de los Ángeles (diciembre de 2005)

Nombre de establecimiento	Propietario	Características y servicios
Taxi Las Hamacas	José Estrada	Taxi
Taxi Díaz Oleta	María Díaz Oleta	Taxi
Taller Ocaña	Rubén Ocaña	Mecánica automotriz y reparación de motores fuera de borda
Taller y llantera Alfredo Díaz	Alfredo Díaz	Servicio de mecánica en general
Taller y llantera Samuel Díaz	Samuel Díaz	Venta de refacciones y llantas usadas, reparación de llantas
Taller Zurita	Mario Zurita	Mecánica automotriz, servicio eléctrico, soldadura
Taller Marcos	Marcos Blanco	Reparación de motores fuera de borda y mecánica en general
Cerrajería Locksmith	Misael Murillo	Cerrajería en general.
Taller Napoleón	Juan Manuel Honorato	Trabajos de herrería y soldadura
Taller Manuel Prieto	Manuel Prieto	
Estación de Servicio Bahía	Sandra Salas	Gasolina y diesel, aceites, licorería, abarrotes
Servicios Ortega	José Luís Ortega	Venta de Gas LP y gasolina en tanques

Copyrighted material

rinas ni muelles. Existe un solo establecimiento dedicado a la renta de equipo y llenado de tanques de buceo, que también ofrece servicio de guía (tabla 8).

Tabla 8. Otros establecimientos de interés turístico (diciembre de 2005)

Nombre de establecimiento	Propietario	Características y servicios
Ricardo´s Diving Tours	Ricardo Arce N.	Renta de equipos y llenado de tanques de buceo; servicio de guía y embarcación
Museo de Historia y Naturaleza de BLA, AC	Carolina Shepard-Espinoza	Sala museográfica, venta de libros y posters, playeras. Sala de usos múltiples para Educación ambiental y proyectos de películas
Laboratorio de Investigación de Tortugas Marinas	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	La estación cuenta tres estanques acondionados para las tortugas, una oficina para atención a visitantes y una palapa para pláticas y manejo de ejemplares
Centro Artesanal	Mujeres Organizadas de Bahía (MOBA)	Venta, exposición y talleres para la elaboración de artesanías elaboradas materiales de reuso, productos marinos y ropa

Perfil de los empresarios y prestadores de servicios turísticos

El comercio y los servicios turísticos en BLA están diversificados, tanto en lo que respecta a la oferta de servicios, como en las características sociales y culturales de los propietarios. Estos rasgos pueden llegar a ser significativos en la definición del grado de integración del propietario con la comunidad local, su responsabilidad y compromiso social, el correcto manejo de su negocio, y hasta la productividad del mismo.

En diciembre de 2005, todos los propietarios de comercios en BLA que fueron entrevistados eran mexicanos, 50% originarios de Baja California y Baja California Sur, y sólo uno nacido en BLA. Los demás entrevistados eran originarios de Sinaloa, Morelos, Michoacán, Veracruz, Puebla, Coahuila y el Estado de México. El 53% de los encuestados tenía más de 30 años residiendo

Copyrighted material

en BLA, 29% tenía de 10 a 30 años de residencia, y sólo 18% menos de 10 años. La mayoría de los propietarios (76%) residía en BLA de manera permanente, y sólo 24% habitaba en el poblado de 15 a 20 días por mes.

El 50% de los propietarios de establecimientos relacionados directa o indirectamente con el turismo tenían entre 31 y 50 años, 45% tenía más de 50 años de edad, y sólo uno respondió ser menor de 30 años. El 96% de los propietarios encuestados había realizado estudios formales (30% completó la escuela primaria, 13% la secundaria, 30% la preparatoria, y 25% una licenciatura) y sólo uno no contaba con ningún tipo de estudio.

Salvo un hotel establecido en 2004, todos los negocios de BLA son empresas familiares pequeñas y medianas, lo que se refleja en el nivel de la inversión realizada, y en la escasa profesionalización de los sistemas de administración y de atención al público de estos establecimientos. A este respecto, 68% de los propietarios manifestó tener conocimientos básicos de administración, 4% "sólo un poco", y 28% sólo conocimientos empíricos. El 46% de los establecimientos tenía entre seis y 19 años en operación, mientras que 33% tenía menos de cinco años. Los negocios más antiguos, con más de 20 años de establecidos, representaban 21% del total. En este último grupo destaca el Mercado y Hotel "Casa Díaz", con más de 60 años de operación.

Los negocios turísticos de BLA se promueven principalmente a través de la recomendación directa de sus mismos clientes. Algunos de los hoteleros y propietarios de campos turísticos publicitan sus negocios y aceptan reservaciones por Internet, y sólo una minoría utiliza los servicios de agencias de viajes o la promoción realizada por la SECTURE.

La mayor parte de los propietarios de establecimientos turísticos en BLA abarca varias actividades o giros comerciales, en general todos ellos relacionados directa o indirectamente con el turismo. Tal es el caso de los que son propietarios de hoteles y restaurantes a la vez, o bien los que sus negocios, como es el caso de los mercados, ofrecen además servicios como Internet, venta de equipo de cómputo, instalación de televisión satelital, o venta de artesanías. También se combina el negocio de las gasolineras y la hotelería con el servicio de taxis y con la pesca deportiva, y algunos de los propietarios de negocios son o han sido empleados del gobierno municipal.

El 70% de los propietarios pertenecen al Ejido Tierra y Libertad, que es la organización social más antigua y estable de BLA. Sin embargo, los inten-

Copyrighted material

tos por organizar el sector turístico son aún incipientes, y los propietarios de establecimientos comerciales y turísticos no han logrado aún trabajar en conjunto para promover beneficios comunes para el sector.

Los prestadores de servicios y los comercios de apoyo al turismo en BLA esperan, además de la mejora en los servicios públicos básicos del poblado, la oportunidad de realizar cambios en sus establecimientos. Algunos de ellos proyectan la ampliación y/o remodelación de sus negocios, y mejoras en las instalaciones, equipos, y sistemas de promoción. A la mayoría de los propietarios les gusta su actividad, y esperan que sus hijos la continúen.

Perspectivas para el desarrollo turístico de Bahía de los Ángeles

La lejanía relativa de BLA respecto de los principales centros de población del Estado de Baja California, las escasas oportunidades de educación y capacitación, su condición de comunidad rural pesquera, y la mínima inversión pública en la localidad condicionaron históricamente las características de la oferta turística local. Tradicionalmente, los microempresarios locales se volcaron hacia dos esquemas de negocio: el hotel familiar y el campamento o campo turístico. En ambos casos, estos negocios evolucionaron adaptados a las limitantes en los servicios públicos (principalmente agua y electricidad), capital y recursos humanos disponibles, así como a la gran variabilidad en el flujo de visitantes, producto de un clima extremo y una escasa promoción del destino.

La afluencia de nuevos pobladores, dotados de mayor capacidad de inversión, educación, y una visión más amplia del comercio y el negocio turístico, dio lugar desde mediados de la década de 1990 al establecimiento de nuevos hoteles y comercios, con servicios mejorados pero aún de pequeña escala. De igual forma, algunos nativos de BLA aprovecharon oportunidades de capacitación y apoyos económicos para mejorar las instalaciones y servicios de sus establecimientos, e inclusive dejar la pesca comercial para dedicarse al turismo (Dibble 2004).

En ese momento (mediados de la década de 1990) comenzó a utilizarse en BLA el concepto de "ecoturismo" como estrategia de mercadeo, y para diferenciar una gama de productos turísticos caracterizada por una menor demanda de infraestructura instalada (Bringas-Rábago y Ojeda-Revah 2000).

Copyrighted material

En general este tipo de opciones han sido señaladas como compatibles con la conservación del ambiente y las características del paisaje local (Mendelsohn 1994), y como una opción para promover el desarrollo económico de comunidades rurales, con base en el uso sustentable de los recursos naturales del área (López-Pardo 2003, Melgar-López 2004). El ecoturismo y, en general, las diversas variantes del turismo de bajo impacto que se han desarrollado en BLA (turismo de aventura, de naturaleza, rural, cultural y arqueológico) coinciden con la "gran visión" definida por SECTURE en el Plan Estratégico de Turismo Baja California Visión 2025 (SECTURE 2005): "*El turismo en el estado se habrá posicionado* [en 2025] *como una actividad de alto impacto económico y bajo impacto ambiental, promotora de la protección de la flora y fauna del estado, así como de la cultura y tradiciones de la sociedad Baja Californiana, asegurando su desarrollo presente y futuro*".

En forma contrastante con las tendencias locales y con los enunciados oficiales sobre el turismo de bajo impacto ambiental (no reflejados en las políticas de promoción del desarrollo inmobiliario y turístico aplicadas en casi todo el estado de Baja California), desde principios de la década de 2000 BLA ha sido considerada como un punto importante en los planes de desarrollo de infraestructura turística de gran escala en el noroeste de México. Con 26 escalas náuticas distribuídas a lo largo de las costas de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Nayarit, el proyecto federal denominado Escalera Náutica del Mar de Cortés ha sido promovido como un impulsor del desarrollo económico regional (FONATUR 2003, SECTURE 2005), pero severamente cuestionado por el sector conservacionista y académico debido a los posibles impactos ambientales (Coalición para la Sustentabilidad del Golfo de California 2001, Jordan 2001, Aguirre-Muñoz 2002, Weiss 2002, Dibble 2003, González 2003, Millman y Carlton 2003) y socioculturales (Hernández-León *et al.* 2003, Bringas-Rábago 1997) que pudieran generar las obras planeadas. En el diseño de esta red de marinas, puertos, aeropistas y carreteras, BLA estaría conectada con el Océano Pacífico a través de un "puente terrestre", a través del cual embarcaciones varadas en el poblado de Santa Rosaliíta serían transportadas por carretera hasta el Golfo de California.

Desde su anuncio en el año 2000, el proyecto Escalera Náutica generó grandes expectativas, motivadas en gran medida por el prestigio de FONA-

Copyrighted material

TUR como promotor de destinos turísticos de clase internacional. La posibilidad de realizar importantes negocios inmobiliarios disparó el interés de inversionistas y especuladores nacionales y extranjeros, iniciando una agresiva ola de ofertas sobre las propiedades ejidales de BLA. El proyecto recibió el apoyo decidido del Gobierno del Estado de Baja California, que modificó el Ordenamiento Ecológico Estatal para dar lugar a las obras de infraestructura planeadas (Poder Ejecutivo del Estado de Baja California 2003, 2005), y dispuso recursos públicos para el mejoramiento y construcción de caminos (Gortázar 2004, González 2005), tendido de líneas de alta tensión (Gómez-Guzmán 2003, Ovalle 2004), planeación urbana y promoción turística (Vargas 2005).

Ante este panorama, nuestras propias observaciones indican que las opiniones de la comunidad local se han mostrado divididas. Por un lado, la posibilidad de capitalizarse a través de la venta masiva de tierras ha sido celebrada por la gran mayoría de los ejidatarios, quienes comparten con la mayoría de los pobladores de BLA la idea de que la inversión en infraestructura y negocios de gran escala será beneficiosa para el poblado. Por otro lado, existe el temor de que dicho desarrollo excluya a la comunidad e intereses locales, promueva la expropiación de tierras ejidales, y afecte el valor paisajístico que sustenta la actividad turística de la región.

Coherente con esta preocupación, el Ejido Tierra y Libertad dispuso en 2004 acciones legales en contra del título de concesión para realizar obras de dragado en la marisma de Punta Arenas, frente a la playa principal del pueblo, que la SEMARNAT otorgó a la empresa sonorense Marina de los Ángeles, SA de CV (SCT 2004). La obra proyectada involucraba la construcción de una marina con capacidad para 800 barcos. A través de sus representantes legales, el Comisariado Ejidal demandó y obtuvo la nulidad de la concesión otorgada, al demostrar que dichas obras afectarían las características ambientales y pesquerías de la bahía, el frente de playa del pueblo y, en términos generales, los intereses económicos del sector turístico local (Lazcano 2004, Rivera 2004).

Este primer conflicto, que derivó en una acción legal, ejemplifica el tipo de situaciones que pudieran presentarse alrededor de proyectos y obras planeadas y dispuestas sin consideración de los intereses y expectativas locales. En los próximos años se definirá el futuro del desarrollo turístico de BLA, así

Copyrighted material

como del grado de participación que los habitantes de este poblado tendrán en los negocios resultantes.

Agradecimientos

Agradecemos a los propietarios, prestadores de servicios y familias de Bahía de los Ángeles que proporcionaron la información contenida en este capítulo. Asimismo, agradecemos el apoyo y trabajo voluntario de Víctor del Río Delgadillo, quien llevó a cabo las entrevistas y sistematizó la información resultante. Los resultados presentados fueron generados como parte del programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de BLA, implementado por Pronatura Noroeste AC desde 1998, y financiado por David and Lucile Packard Foundation, Sandler Family Supporting Foundation, Marisla Foundation e International Community Foundation.

Resumen

El turismo ha sido una actividad económica importante en Bahía de los Ángeles (BLA) desde la década de 1940, favorecido por un paisaje de gran belleza natural y abundantes recursos naturales. La actividad turística en esta localidad rural costera se desarrolla a través de empresas familiares pequeñas y medianas, principalmente hoteles, campamentos, restaurantes, y comercios y servicios de apoyo. En este capítulo se describen la estacionalidad y características de la afluencia turística, la infraestructura y servicios de apoyo existentes hasta diciembre de 2005, y el perfil general del sector turístico local. Asimismo, se discuten las perspectivas para esta actividad en BLA, considerando las tendencias relacionadas a actividades de turismo de bajo impacto, en contraste con la promoción de desarrollos de gran escala, inversión e infraestructura.

Abstract

Tourism has been an important economic activity in Bahía de los Ángeles (BLA) since the 1940s, favored by a breathtaking natural landscape and abundant natural resources. The tourism activity in this coastal rural communi-

Copyrighted material

ty is organized through small- and mid-size family business, mostly hotels, campgrounds and trailer parks, restaurants, grocery stores, and supporting services. This chapter describes the seasonality and characteristics of the tourism affluence, the infrastructure and supporting services up to December 2005, and the general profile of the local tourism sector. It also discusses the future scenarios for tourism in BLA, considering current trends related to low impact tourism activities, in contrast to the promotion of large scale development, investments and infrastructure projects.

Referencias

Aguirre-Muñoz A. (ed.) 2002. Escalera Náutica del Mar de Cortés: reorientación hacia la sustentabilidad. Documento técnico no publicado. Alianza para la Sustentabilidad del Noroeste Costero Mexicano (ALCOSTA), Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. A.C., Coastal Resources Center – University of Rhode Island, Foro Ciudadano, A.C. – Visión Ensenada 2025, Pronatura Noroeste A.C., Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), Comunidad y Biodiversidad A.C., Conservación Internacional (CI), y The Nature Conservancy. 8 pp.

Babbie E. 1998. *The practice of social research*. Wadsworth Publishing Company. E.U.A. 465 pp.

Bringas-Rábago N. 1997. Las dos caras del turismo: beneficios económicos contra costos socioculturales y ecológicos. El caso de México. *Fermentum* 7(18):89–116.

Bringas-Rábago N, Ojeda-Revah L. 2000. El ecoturismo: ¿una nueva modalidad del turismo de masas? *Economía, Sociedad y Territorio* 2(7): 373–403.

Burrows B. 2001. MPA perspective: why and how MPA planners should obtain fishermen's knowledge. *MPA News* 3(5): 3.

Calderón-Hinojosa F. 2006. Retos de México. Discurso de clausura del VI° Congreso Internacional del Consejo Nacional Empresarial Turístico A.C. México, D.F., 11 de Octubre de 2006. Disponible en: http://www.espencon.com/cnet/memo4.htm (noviembre de 2006).

Coalición para la Sustentabilidad del Golfo de California. 2001. Recomendaciones con respecto al proyecto "Escalera Náutica del Mar de Cortés". Documento no publicado. Taller para el Establecimiento de Prioridades de Conservación de la Biodiversidad del Golfo de California. Mazatlán, Sinaloa, 14 al 18 de mayo de 2001.

Copyrighted material

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2000. *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California"*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, DF. 262 pp.

Cummings J. *Baja Handbook*. Segunda edición. Moon Publications, Inc. California, EUA. 362 pp.

Dibble, S. 2003. Critics say tourism won't match claim. *San Diego Union Tribune*. 16 de enero de 2003.

Dibble, S. 2004. Baja California fishing town splits over how to balance development. *The Miami Herald*. 22 de marzo de 2004.

FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo). 2003. *Escalera Náutica del Mar de Cortés*. México, DF. 136 pp.

Fowler F. 1995. *Improving surveys questions. Design and Evaluation*. Applied Social Research Methods Series. Volume 38. SAGE Publications. USA. 191 pp.

Gómez-Guzmán E. 2003. Energía eléctrica para Bahía de los Ángeles. *El Vigía*. 1° de febrero de 2003.

González E. 2003. Promueve Grupo de los 100 una campaña contra la Escalera Náutica. *El Vigía*. 2 de febrero de 2003.

González T. 2005. Inicia construcción de carretera al sur del municipio. El Vigía. 18 de febrero de 2005.

Gortázar I. 2004. Destinan 1200 mdp a Escalera Náutica. *El Vigía*. 22 de noviembre de 2004.

Hernández-León S, López-González L, Pons-Gutiérrez J. 2003. Turismo ¿La industria sin chimeneas? En: P Aguilar-Sánchez, J Pons-Gutiérrez (coords.), *Introducción al ecoturismo comunitario*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. México, DF. Pp.7–19

Hobbs J. 1996. Speaking with people in Egypt's St. Katherine National Park. *The Geographical Review* 86(1): 1–21.

Johannes B. 2001. On the need for the study of indigenous fisher's knowledge. *MPA News* 3(5): 5.

Jordán F. 1951 [1995]. *Mar Roxo de Cortés. Biografía de un golfo*. Colección Baja California: Nuestra Historia, N°10. Universidad Autónoma de Baja California – Secretaría de Educación Pública. Mexicali, Baja California. 406 pp.

Jordan M. 2001. Environmentalists protest Mexican plans for Baja California upscale marinas would dot 2,500 miles of coastline. *The Washington Post*. 6 de mayo de 2001:A16.

Copyrighted material

Lazcano C. 2004. Amenazas sobre Bahía de los Ángeles y su entorno natural. *El Vigía*. 12 de junio de 2004.

López-Pardo G. 2003. Ecoturismo comunitario. En: P Aguilar-Sánchez, J Pons-Gutiérrez (coords.), *Introducción al ecoturismo comunitario*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable. México, DF. Pp. 99–113.

Martínez-Cuevas R. 2003. Bahía de los Ángeles, en el olvido y sin servicios. Exigen atención de la Comisión Federal de Electricidad. *El Mexicano*. 20 de noviembre de 2003.

Melgar-López M. 2004. El ecoturismo como una alternativa de desarrollo local en el Ejido Revolución del Área de Protección de Flora y Fauna "Valle de los Cirios". Tesis de Maestría en Administración Integral del Ambiente. Colegio de la Frontera Norte. México.

Mendelsohn R. 1994. The role of ecotourism in sustainable development. En: G Meffe y R Carroll (eds.), *Principles of conservation biology*. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusets, EUA. Pp. 511–515.

Miller D. 1974. *Handbook of Research Design and Social Measurement*. Second Edition. David Mckay Company, INC. New York. 786 pp.

Millman J, Carlton J. 2003. Entusiasmo y sospecha ante ambicioso plan turístico en México. *The Wall Street Journal*. 14 de enero de 2003.

Ovalle F. 2004. Electrifican zona sur del municipio. *El Vigía*. 17 de julio de 2004.

Poder Ejecutivo del Estado de Baja California. 2003. Acuerdo mediante el cual se aprueba la publicación de las directrices generales de uso del suelo de las localidades de Santa Rosaliíta, Bahía de los Ángeles, San Luis Gonzaga, ydel Valle de Guadalupe, del Municipio de Ensenada, B.C., así como los documentos respectivos de cada una de las localidades. *Periódico Oficial del Estado de Baja California* 110(32): 1–130. 11 de julio de 2003.

Poder Ejecutivo del Estado de Baja California. 2005. Directrices generales de desarrollo urbano del corredor turístico Bahía de los Ángeles. *Periódico Oficial del Estado de Baja California* 112(37): 1–46. 19 de agosto de 2005.

Rivera A. 2004. "Tierra y Libertad" contra marina. *El Vigía*. 6 de abril de 2004.

Robson C. 1993. *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers*. Blackwell, Oxford.

SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte). 2004. Título de Concesión otorgado en favor de Marina de los Ángeles, SA de CV, para usar y aprovechar bienes de dominio público de la Federación, consistentes en zona marítima para la construcción y opera-

Copyrighted material

ción de una marina, de uso particular, en Bahía de los Ángeles, Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación*. 13 de mayo de 2004: 74–81.

SECTURE (Secretaría de Turismo del Estado de Baja California). *2005 Plan Estratégico de Turismo Baja California, Visión 2025*. Mexicali, BC. 103 pp.

Steinbeck J. 1941 [1995]. *The log of the Sea of Cortez*. Viking Press. E.U.A. Penguin Books. E.U.A. 288 pp.

Vargas E. 2005. Promisorio futuro turístico. *El Vigía*. 11 de julio de 2005.

Venegas-Soto D. 2004. Piden atención a autoridades. *El Vigía*. 5 de julio de 2004.

Weiss K. 2002. Uncertain Road for Baja Plan. *Los Angeles Times*. 14 de mayo de 2002.

Copyrighted material

Apéndice 1. Cuestionario realizado a empresarios del sector turístico y afines de Bahía de los Ángeles en diciembre de 2005

1. ¿Qué servicios proporciona su establecimiento? (giro del negocio)
2. ¿Cuánto tiempo (años, meses) tiene con este negocio?
3. ¿Cuántos empleados tiene en total?
4. ¿Con cuáles y cuántos de los siguientes empleados cuenta su negocio?
   - Meseros
   - Recamareras
   - Cocineros
   - Recepcionistas
   - Veladores
   - Personal de limpieza
   - Administradores
   - Guías
   - Mantenimiento
   - Médico/primeros auxilios
5. ¿Le resultan suficiente el número de empleados que tiene actualmente
   SI NO
6. ¿De cuánto son los ingresos anuales de su negocio?
   - Menos de $30,000
   - $30,000 a $50,000
   - $50,000 a $80,000
   - $80,000 a $100,000
   - $100,000 a $150,000
   - $150,000 a $200,000
   - $200,000 a $300,000
   - $300,000 a $500,000
   - $500,000 a $1,000,000
   - Más de $1,000,000
7. ¿Cuales son las temporadas en que reciben mayor número de turistas / clientes en su negocio? (En la siguiente tabla especifique por mes y semana el origen de los visitantes marcando con una N el turismo nacional y con una E el turismo extranjero.)

Copyrighted material

MES	1ª semana	2ª semana	3er. semana	4ª semana
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

8. ¿Cómo realiza la promoción de su negocio?
9. ¿Qué tipo de clientes recibe? (turistas nacionales, extranjeros, locales)
10. ¿Cuál es el tipo de turista / cliente que usted prefiere?
11. ¿Porque prefiere ese tipo de turista / cliente?
12. SÓLO HOTELES ¿Cuántos días promedio se hospedan los turistas que visitan su negocio?
13. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrenta su negocio?
14. ¿Cómo solucionaría esos problemas?
15. Si tuviera usted los medios y recursos necesarios ¿Qué cambios o mejoras le haría a su negocio?
16. ¿Su negocio está asegurado? SI NO
17. ¿Usted tiene conocimientos de administración? SI NO
18. ¿De qué tipo es su negocio (familiar, sociedad, inversión extranjera, etc)?
19. ¿Por qué se dedica a esto?
20. ¿Le gustaría que sus hijos se dedicaran a lo mismo que usted? ¿Por qué?
21. En su opinión ¿Cuales son los diez principales problemas en Bahía de los Ángeles?
22. Sí estuviera en sus manos, ¿Qué cambios o mejoras haría en beneficio de Bahía de los Ángeles?
23. ¿Cuál es su opinión acerca de las asociaciones de tipo empresarial? (ventajas, desventajas, posibles beneficios)
24. ¿Pertenece usted a alguna asociación?

Copyrighted material

25. ¿Considera usted que es importante que los comerciantes de Bahía de los Ángeles estén organizados? ¿Por qué?

Datos de identificación del cuestionario		
Nombre del establecimiento		
Nombre de la persona entrevistada		
Cargo		
Nacionalidad		
Lugar de nacimiento		
Edad	Escolaridad	
Tiempo de vivir en BLA		
Razones de vivir en BLA		
Actividades alternas que le generen ingresos		
Es usted Ejidatario?	SI	NO
Cuanto tiempo permanece en BLA?		
Número de dependientes económicos		
Número de hijos y ocupaciones		

Datos para llenar encuestador
No. de cuestionario
Fecha
Hora inicio
Hora final
Nombre del encuestador

Copyrighted material

23 *Tenencia de la tierra y conservación de tierras privadas*

Miguel Á Vargas, Fernando Ochoa y
Gustavo D Danemann

Introducción

La propiedad en México se encuentra constituida por un gran mosaico de tenencia de la tierra, en el que encontramos ejidos, comunidades, pequeñas propiedades, títulos colonia, propiedades federales y propiedades estatales. Según los datos publicados en 1998 por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y el Registro Agrario Nacional, existían en el país más de más de tres millones de ejidatarios y 15.5 millones de pequeños propietarios, incluyendo a los propietarios urbanos (Gutiérrez-Lacayo *et al.* 2002).

Estos números cambiaron dramáticamente a partir de la reforma del artículo 27 de la Constitución Política de México, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1992 (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos 1992, 1993). Esta reforma permitió la desincorporación de tierras ejidales al régimen privado y, por lo tanto, la posibilidad de que los ejidatarios vendan sus tierras a terceros. Actualmente es difícil estimar el número o la superficie de las propiedades que permanecen bajo el régimen ejidal, aunque puede afirmarse que áreas cada vez mayores están pasando de este régimen al de pequeñas propiedades, sobre todo a lo largo del litoral mexicano.

Considerando lo anterior, resulta claro que la propiedad privada constituye en México la principal forma de detentación de la tierra y sus recursos

Copyrighted material

naturales, entendiendo como propiedad privada no sólo a la pequeña propiedad, sino a las formas de propiedad social, como son los Ejidos y las Comunidades. Efectuando un análisis conservador, podemos afirmar que más de 80% de la riqueza biológica en el ámbito nacional se encuentra en manos de propietarios privados (Gutiérrez-Lacayo *et al.* 2002).

En el caso de Bahía de los Ángeles (BLA) esta situación es aún más marcada al no existir reservas territoriales pertenecientes a los gobiernos federal, estatal o municipal, perteneciendo la gran mayoría de las tierras en esta región al régimen ejidal. Sin embargo, a partir de las mencionadas reformas constitucionales de 1992, la desincorporación de las tierras ejidales en esta localidad y su incorporación al régimen de propiedad privada ha sido una constante, por lo que es común encontrar pequeñas propiedades privadas a lo largo de todo el litoral de la bahía e inclusive en la costa al norte y sur de la zona habitada.

Considerando que la tenencia de la tierra es una de las variables más sensibles a las políticas y proyectos de desarrollo en la zona costera, la descripción de la distribución de las propiedades en BLA en la actualidad representa un indicador importante, útil y fácilmente medible, que refleja la composición de la comunidad local y de los intereses económicos establecidos alrededor del área, así como de los cambios que estos elementos experimentan. Este capítulo presenta dicha descripción, además de una semblanza de los resultados obtenidos de la aplicación de herramientas de conservación de tierras privadas en esta región.

Métodos

Para describir la tenencia de la tierra en el corredor costero que se extiende entre Punta La Asamblea y Punta San Francisquito (CCLASF), durante 2003 se consultaron los archivos del Registro Público de la Propiedad del Municipio de Ensenada (localizado en la ciudad de Ensenada), y de la Delegación del Registro Agrario Nacional en Baja California (localizada en Mexicali). Adicionalmente, entre 2003 y 2005 se realizaron prospecciones en el campo y entrevistas directas con los ejidatarios y demás propietarios de tierras en esta región. La composición original de la tenencia de la tierra (dotación de tierras ejidales según los decretos respectivos) fue contrastada con la in-

Copyrighted material

formación obtenida durante esta investigación, a los efectos de conocer el cambio que ha sufrido la propiedad a raíz de las transacciones realizadas en los últimos años.

Para definir los sitios prioritarios para la conservación en el CCLASF, apropiados para la aplicación del protocolo de conservación de tierras privadas, se utilizó la "herramienta de optimización espacial de portafolios para la conservación", denominada SPOT por sus siglas en inglés (*spatial portfolio optimization tool*, Shoutis 2003). Esta herramienta metodológica permite definir un portafolio óptimo de sitios para conservar en una región determinada, es decir, un conjunto de sitios prioritarios. Los insumos utilizados para desarrollar esta metodología son los objetos de conservación identificados, su distribución espacial, y la factibilidad de conservarlos en términos de costo-beneficio, donde el costo-beneficio se evalúa en función del cumplimiento de las metas de conservación en un área óptima/eficiente, con un mínimo de fragmentación.

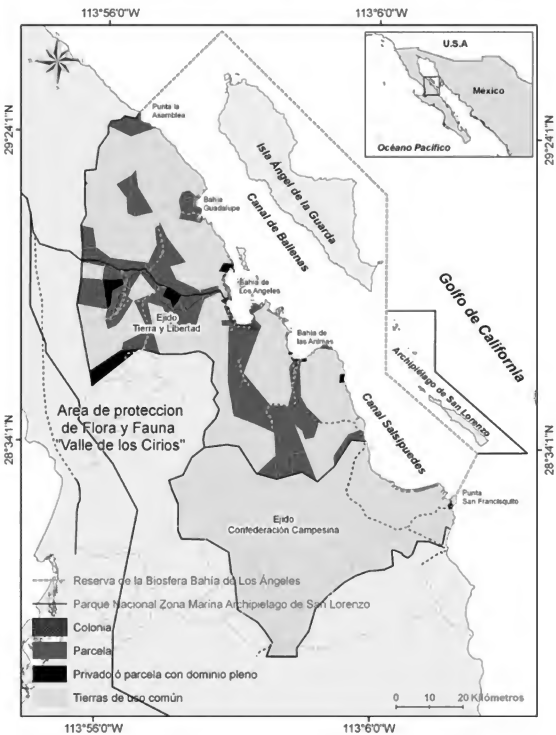
Para la aplicación de instrumentos para la conservación de propiedades privadas y ejidales localizadas en los sitios prioritarios identificados, se utilizaron los métodos y procedimientos definidos por el Programa Nacional de Conservación de Tierras Privadas y Sociales de Pronatura (Gutiérrez-Lacayo *et al.* 2002). Este protocolo involucra siete pasos que se desarrollan sobre la propiedad que se pretende conservar: (1) definición de la línea de base ecológica, (2) identificación de los objetos de conservación en la propiedad, (3) definición de la línea de base legal, (4) establecimiento de alianzas locales, (5) contacto y negociación con los propietarios, (6) selección de la herramienta legal más conveniente para la propiedad y el objeto de conservación definido, y (7) diseño e implementación del plan de manejo y monitoreo de la propiedad.

Resultados y discusión

La casi totalidad del territorio peninsular en el CCLASF se encuentra bajo régimen ejidal, existiendo una mínima porción de propiedades privadas y federales (fig. 1). En total este corredor abarca 219,057.04 hectáreas, que registran diversos usos y modalidades de tenencia (tabla 1).

Copyrighted material

Figura 1. Distribución de la tenencia de la tierra en la región de Bahía de los Ángeles



Copyrighted material

Tabla 1. Distribución del uso y tenencia de la tierra en el corredor costero La Asamblea-San Francisquito

Modalidad de tenencia	Área (hectáreas)	%
Tierras ejidales parceladas	78,008.37	35.61
Tierras ejidales de uso común	136,072.72	62.12
Propiedades privadas	2,331.98	1.06
Centro de población	1,711.77	0.78
Caminos vecinales	248.37	0.11
Zona Federal Marítimo Terrestre	683.81	0.31
Total	219,057.04	100.00

La mayor parte de la propiedad del área se encuentra en posesión del Ejido Tierra y Libertad, con base en el poblado de BLA, mientras que las tierras colindantes al sur pertenecen al Ejido Confederación Nacional Campesina, con base en el poblado de El Arco. Las tierras que quedaron fuera de los decretos de creación de estos ejidos, o cuyo dominio pleno fue adquirido por sus propietarios, se encuentran bajo el régimen de propiedad privada.

Ejido Tierra y Libertad

El Ejido Tierra y Libertad (ETL) tiene su origen en una dotación presidencial de 415,804 ha, otorgada por el Ejecutivo Federal en 1970, y que benefició originalmente a 62 personas (Poder Ejecutivo Federal 1970a). En agosto de 1996 el ETL ingresó al Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares (PROCEDE), quedando certificado 64% de su territorio bajo la modalidad de "tierras de uso común", y 36% repartido en 283 parcelas individuales asignadas a los 89 ejidatarios que lo conformaban en ese momento, según el acuerdo de Asamblea General celebrada el 7 de enero de 1996.

El parcelamiento del ETL fue realizado, como en muchos ejidos en el estado de Baja California, contemplando que los ejidatarios tuvieran una parcela costera y por lo menos una parcela de agostadero cerril. El tamaño de estas últimas se calculó de acuerdo a las actividades de cada ejidatario y al número de cabezas de ganado con que contaba cada individuo en el momento de la repartición. Por su parte, la porción costera se dividió en 152 parcelas, abarcando las mismas en forma individual entre 90 y casi 1,000 m de litoral, con

Copyrighted material

un promedio de 300 m y una moda de 250 m; estas parcelas son las más valiosas desde el punto de vista del desarrollo turístico e inmobiliario.

Ejido Confederación Nacional Campesina

Este ejido tiene su origen en una dotación presidencial de 275,690 ha, que data de 1970, y que benefició originalmente a 51 personas (Poder Ejecutivo Federal 1970b). Sólo 0.5% (1,424 hectáreas) de las tierras dotadas a este ejido corresponden a tierras parceladas, mientras que el 99.5% restante corresponden a tierras de uso común. La repartición de las tierras parceladas en este ejido se realizó de manera homogénea, distribuyéndose en 55 parcelas de aproximadamente 28 ha cada una, con un frente de playa y litoral de 280 m en promedio.

La autoridad agraria informó que hasta diciembre de 2005 no se había solicitado la transferencia de ninguna parcela a dominio pleno, por lo que conforme a derecho no existen posesiones bajo régimen de propiedad privada.

Especulación inmobiliaria, proyectos de desarrollo y compra de tierras

Las expectativas generadas por el proyecto Escalera Náutica/Mar de Cortés, impulsado por el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR 2001), ha promovido la demanda de propiedades o parcelas ejidales por parte de inversionistas y especuladores inmobiliarios a lo largo de las costas del Golfo de California, incluyendo BLA. Aunque la venta o traslado del dominio de una parcela requiere un procedimiento complicado de desincorporación del sistema ejidal, previamente a que su venta se inscriba en el Registro Agrario Nacional y en el Registro Público de la Propiedad, se han realizado operaciones al margen de esta normatividad, dando lugar a transacciones rápidas y de bajo costo para el comprador. Según información obtenida en el Registro Agrario Nacional en 2003, solamente se habían transferido a dominio pleno 19 parcelas del ETL, mientras que en el Registro Público de la Propiedad del Municipio de Ensenada sólo 16 de estas parcelas estaban registradas bajo el régimen de propiedad privada (tabla 2) y de éstas, sólo se registró el cambio de propietario en cuatro casos (tabla 3).

Copyrighted material

Tabla 2. Parcelas del Ejido Tierra y Libertad transferidas al dominio pleno e inscritas en el Registro Público de la Propiedad del Municipio de Ensenada (RPPME)

Nombre del posesionario (ejidatario) original	Número de parcela (RAN)	Superficie (hectáreas)	Número de título de Dominio Pleno	Fecha del título	Número de inscripción en RPPME	Fecha de inscripción en RPPME
Arce Navarro, Ana María	168 Z-4 P-1	17.71	1064	26/03/2003		
Ceseña Murillo, Claudia	139 Z-3 P-1	0.69	857	21/11/2001	5090691	03/01/02
Cordero Murillo, María Dolores	66 Z-3 P-1	2,950.86	611	06/03/2000	5071955	28/03/2000
Cordero Murillo, María Dolores	258 Z-Z P-1	11.75	612	06/03/2000	5071952	28/03/2000
Cortez Martínez, Manuel Salvador	159 Z-4 P-1	37.23	1060	14/03/2003	5107042	09/04/2003
Galván García, Guillermo	98 Z-3 P-1	3.89	607	06/03/2000	5071950	28/03/2000
Galván García, Guillermo	78 Z-5 P-1	43.75	608	06/03/2000	5071953	28/03/2000
Galván García, Guillermo	96 Z-3 P-1	5,100.67	609	06/03/2000	5071954	28/03/2000
Galván García, Guillermo	281 Z-Z P-1	410.85	610	06/03/2000	5071951	28/03/2000
López Pinto, Octavio Candelario	266 Z-Z P-1	2.14	1063	26/03/2003		
Macías Maretínez, Lucía Patricia	148 Z-4 P-1	23.30	1065	26/03/2003		
Oleta Tirado, Delia	157 Z-4 P-1	25.31	613	06/03/2000	5071957	28/03/2000
Oleta Tirado, Delia	61 Z-3 P-1	1,754.06	614	06/03/2000	5071956	28/03/2000
Oleta Tirado, Delia	4 Z-1 P-1	21.27	615	06/03/2000	5071958	28/03/2000
Prieto Villavicencio, Joel	241 Z-10 P-1	28.91	623	29/05/2000	5074079	09/06/2000
Romero Amador, Juan	146 Z-4 P-1	14.15	753	05/06/2001	5085133	10/07/2001
Santino Ovando, Aldo	274 Z-Z P-1	24.69	917	07/05/2002	5102994	04/01/2003
Savín Smith, Francisco	147 Z-4 P-1	30.49	907	15/03/2002	5103031	04/01/2003
Tamayo Gómez, Ruth Julieta	186 Z-6 P-1	16.81	616	06/03/2000	5071959	28/03/2000

[Copyrighted material]

Tabla 3: Parcelas del Ejido Tierra y Libertad en las que se ha registrado cambio de propietario

Nombre del posesionario original (ejidatario)	Superficie del predio (ha)	Nombre del propietario actual	Partida	Fecha
*Oleta Tirado Delia	25-11-46.855 ha	Oleta Tirado Delia	5071957	20/02/01
*Oleta Tirado Delia	600.007 m2	Treviño Canas Elizabeth	5083206	04/05/01
*Oleta Tirado Delia Olegario	749.988 m2	Flemate Valdovinos	5098669	14/08/02
*Oleta Tirado Delia Gabriel	599.997 m2	Márquez Madrigal	5086124	10/08/01
Prieto Villavicencio Joel	28.910000 ha	Soluciones Unlimited, SA de CV	5094651	09/04/02
Romero Amador Juan	14.150000 ha	Jiménez Mercado Olivia	5087561	08/10/01
Savín Smith Francisco	30.490000 ha	Inmobiliaria Baja Bahía, SA de CV	5108266	21/05/03

* Respecto del lote marcado con la partida No. 5071957 propiedad de la señora Delia Oleta Tirado cabe hacer mención de que se subdividió en cuatro porciones, tres de las cuales fueron enajenadas.

Las tierras de usufructo individual del ETL, que en 1996 fueran repartidas en 283 parcelas asignadas a 89 ejidatarios, en 2006 se encontraban distribuidas en 305 parcelas propiedad de 91 ejidatarios. El número de parcelas que contaban con dominio pleno (requisito inicial para el traspaso de una parcela ejidal) aumentó en mayor proporción, de 19 en 2003 a 27 en 2006, siendo esto último un indicador del interés y expectativas de venta que en los últimos años han tenido los ejidatarios.

La investigación realizada en el campo permitió identificar 41 operaciones de venta de propiedades ejidales, la mayoría sin cumplir con los procedimientos legales para su inscripción en el Registro Público de la Propiedad. Estas irregularidades se deben a dos razones: (1) manteniendo la venta fuera del Registro Público de la Propiedad el comprador se ahorra los impuestos que corresponderían a la propiedad privada; y (2) muchas de las propiedades son adquiridas por intermediarios y especuladores, quienes obtienen sus ganancias en la reventa de las tierras, por lo que no necesitan registrar la operación intermedia.

Copyrighted material

Aplicación de herramientas legales de conservación

A partir de los esfuerzos de Pronatura Noroeste para la creación de una Reserva de la Biosfera en el área marina de BLA, el Programa de Conservación de Tierras Privadas y Sociales de esta organización inició en 2003 la promoción de opciones para la conservación de tierras ejidales en dicha localidad. Estos esquemas de conservación privada, que involucran la oferta de apoyos técnicos y/o económicos para la implementación de proyectos de desarrollo comunitario, buscan desincentivar la venta de tierras ejidales, proporcionando a los ejidatarios alternativas viables para el uso sustentable de sus tierras (Gutiérrez-Lacayo 2003).

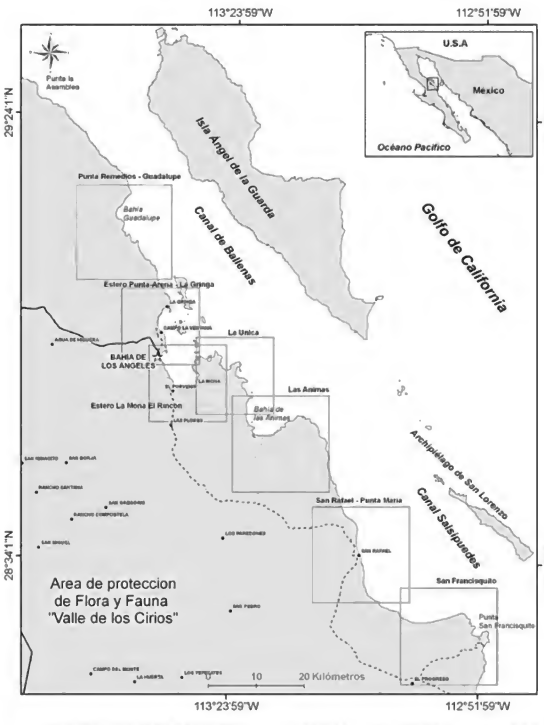
Durante 2003 se obtuvo la información necesaria para identificar, describir y priorizar como objetos de conservación los humedales y playas arenosas en esta región. Estos ambientes representan un eslabón importante en el flujo de energía entre el ecosistema marino y el desértico, cumpliendo con una función vital para el mantenimiento de las poblaciones de fauna terrestre (Polis *et al.* 1997). Aplicando la metodología SPOT se generó un portafolio consistente en siete sitios prioritarios (fig. 2), iniciando a fines de 2003 negociaciones con los propietarios de los predios circundantes a tres de esos sitios.

El resultado de dichas negociaciones fue la aplicación de la herramienta conocida como "Servidumbre Ecológica", en 14 parcelas ejidales circundando la playa conocida como El Pescador, y los humedales de Guadalupe y Las Ánimas. En conjunto, estas servidumbres garantizan la protección a largo plazo de 1,200 hectáreas de playas arenosas y humedales prioritarios del CCLASF.

El Código Civil de México define a las servidumbres como "un gravamen real impuesto sobre un inmueble en beneficio de otro perteneciente a distinto dueño". El inmueble a cuyo favor está constituida la servidumbre, se llama predio dominante, y el que la sufre, predio sirviente. En el CCLASF se establecieron servidumbres "ecológicas", cuya reglamentación es de naturaleza civil pero de contenido ambiental. El artículo 89 de la Ley de Protección al Ambiente y el Desarrollo Sustentable del Estado de Veracruz define a las servidumbres ecológicas como un "acuerdo entre dos o más propietarios en el que al menos uno de ellos está dispuesto en limitar o restringir el tipo o intensidad al uso sobre

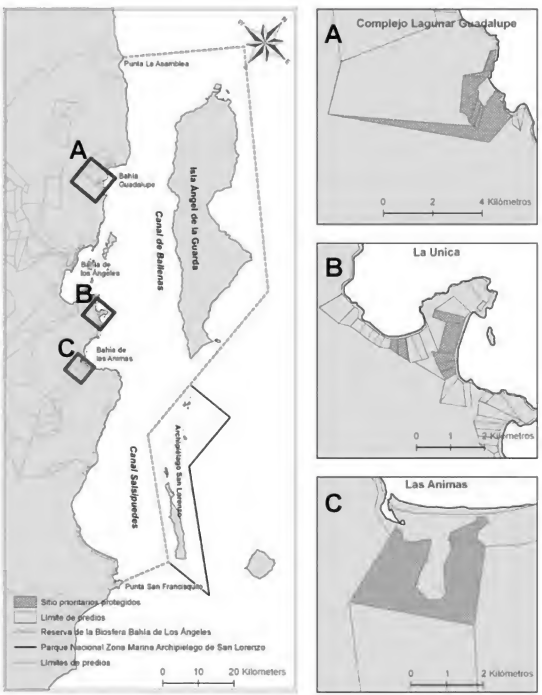
Copyrighted material

Figura 2. Sitios prioritarios para la conservación en el Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito



Copyrighted material

Figura 3. Servidumbres ecológicas establecidas en sitios prioritarios del Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito



Copyrighted material

el inmueble, con el fin de preservar los atributos naturales, la belleza escénica o los aspectos históricos que tengan lugar en el inmueble". A nivel internacional esta figura se utiliza desde la década de 1950, a través de la denominada *easement in gross* del derecho anglosajón. En la última década este instrumento se ha utilizado en países con tradición jurídica romano-germánica, como es el caso de México, generando importantes oportunidades para la conservación en propiedades no públicas (Gutiérrez-Lacayo *et al.* 2002).

Conclusiones

Asumiendo que en los ejidos de la región se presenta una situación similar a la observada en BLA en cuanto a la venta no registrada de parcelas ejidales, podemos concluir que la tasa de cambio en el régimen de tenencia de la tierra no puede ser medida de manera fehaciente a través de los datos y registros oficiales, y por lo tanto tampoco es posible conocer con exactitud la estructura actual de la propiedad social. Se necesitarán varios años para conocer la magnitud de las consecuencias de los cambios en el artículo 27 constitucional y la modificación de la Ley Agraria en 1992, que abrieron la propiedad social al libre mercado.

Si bien con estos cambios el gobierno neoliberal de Carlos Salinas de Gortari buscó aumentar los incentivos a la inversión, mejorar el funcionamiento de los mercados de tierras, y mejorar las condiciones de trabajo en las áreas rurales (Pazos 1991), en los hechos se promovió la desaparición paulatina del ejido, causando daños irreparables a la estructura social del país y, en Baja California, a la conservación de grandes extensiones de áreas naturales. Como se observa en BLA, dichas reformas han posibilitado y fomentado la privatización de tierras comunales y la apropiación del territorio nacional por parte de particulares y corporaciones mercantiles nacionales e internacionales, cuyo propósito es promover desarrollos urbanos, turísticos y residenciales de gran escala, con los consecuentes costos ambientales.

En Baja California esta problemática se agrava por su cercanía a la economía más grande y poderosa del mundo, sobre todo por la alta plusvalía de la tierra experimentada en los últimos años en el estado de California, Estados Unidos. Actualmente existe una demanda extraordinaria por parte de estadounidenses que desean adquirir residencias para vacacionar e incluso para

Copyrighted material

ser habitadas permanentemente en su etapa de retiro, situación a la que no escapa BLA. Solamente con lineamientos estrictos para el futuro desarrollo de esta región, que consideren los requerimientos del ambiente y el paisaje, será posible mitigar los efectos de la sobreoferta y la especulación inmobiliaria que están cambiando rápidamente la propiedad de la tierra en BLA.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de Sergio Barocio, Habib Batché, A González, Hem Morzaria y Fermín Smith-Guerra, quienes realizaron las colectas y la identificación de especies de plantas y fauna marina utilizadas para la definición de la línea de base bioecológica de las propiedades costeras. La cartografía de este trabajo fue preparada por José M Beltrán, Geovanni Cordero y Socorro Muñoz, del Centro Pronatura de Información para la Conservación del Noroeste. Esta investigación fue financiada por el Acta para la Conservación de Humedales de Norteamérica, a través de la División de Conservación de Hábitat del Servicio de Vida Silvestre de los EUA, por The David and Lucile Packard Foundation, Marisla Foundation, Sandler Family Supporting Foundation, International Community Foundation y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Este proyecto forma parte del Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de Bahía de los Ángeles, iniciado por Pronatura Noroeste en 1998.

Resumen

La mayor parte de las tierras en el Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito (CCLASF) se encuentra bajo el régimen ejidal. Sin embargo, se ha observado que la tasa de cambio en la tenencia de la tierra, favoreciendo al régimen de pequeñas propiedades, se ha incrementado significativamente desde el año 2001. Esta tendencia no se refleja cabalmente en los datos oficiales del Registro Agrario Nacional o el Registro Público de la Propiedad y el Comercio, ya que la mayoría de las transacciones de cambio de propietarios no han sido inscritas en dichos registros. En contraste, los datos recabados en el campo indican que 41 de las 152 parcelas ejidales costeras en este corredor cambiaron de propietario desde 2003, y que la mayoría de los ejidatarios

Copyrighted material

que aún conservan sus propiedades están dispuestos a vender de inmediato sus tierras si reciben una oferta apropiada. Con el fin de coadyuvar en el trabajo de conservación y mitigar la tendencia en el cambio de propiedad social a propiedad privada, Pronatura Noroeste inició en 2003 un programa de conservación de tierras privadas y sociales en la región de Bahía de los Ángeles. El principal logro de este programa hasta ahora ha sido garantizar la protección a largo plazo de 1,200 hectáreas de playas arenosas y humedales, en tres sitios prioritarios del CCLASF, mediante el establecimiento de 14 servidumbres ecológicas.

Abstract

Most of the lands in the Coastal Corridor La Asamblea-San Francisquito (CCLASF) are under ejido regulation. However, since 2001, the rate of exchange of this community-owned property regime into multiple "small" privately owned properties has increased significantly. This tendency is not reflected with complete accuracy in the official database of the National Agrarian Registry (Registro Agrario Nacional) or in the Public Registry for Property and Trade (*Registro Público de la Propiedad y el Comercio*) since most property exchange transactions have not been recorded in the aforementioned registries. In contrast, data collected in the field indicate that 41 of the 152 coastal ejido parcels in the CCLASF have changed ownership since 2003, and that most ejido members that still keep their properties would be willing to sell their lands immediately upon receiving an appropriate offer. In 2003, Pronatura Noroeste initiated a communal and private land conservation program in region of Bahía de los Ángeles. The program aims to work together with the community of BLA for the conservation of the area and to mitigate the tendency to convert communal land into private properties. The major achievement of this program has been the guaranteed protection in perpetuity of 1,200 hectares of sandy beaches and wetlands, in three priority sites of the CCLASF, by means of the creation of 14 conservation easements.

Copyrighted material

Referencias

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. 1992. Ley Agraria. *Diario Oficial de la Federación*, 26 de febrero de 1992.

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. 1993. Decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de las Leyes Orgánica de los Tribunales Agrarios y Agraria. *Diario Oficial de la Federación*. 9 de julio de 1993.

FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo). 2001. Proyecto "Escalera Náutica del Mar de Cortés". México, DF.

Gutiérrez-Lacayo M, Bacmeister A, Ortiz-Martínez de Korez G, Ortiz-Reyes G, Montesinos C. 2002. *Herramientas legales para la conservación de tierras privadas y sociales en México*. Pronatura, AC. México, DF, 145 pp.

Gutiérrez-Lacayo M. 2003. *Aplicación de modelos e incentivos económicos, financieros y de mercado para los pobladores de Áreas Naturales Protegidas*. Pronatura, AC. México, DF, 288 pp.

Pazos L. 1991. *La disputa por el ejido*. Editorial Diana. México, DF, 148 pp.

Poder Ejecutivo Federal. 1970a. Decreto por el que se dota con 415,804 hectáreas de terrenos nacionales a vecinos del grupo denominado Tierra y Libertad del poblado Bahía de los Ángeles, Municipio de Ensenada, Baja California. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de agosto de 1970.

Poder Ejecutivo Federal. 1970b. Decreto por el que se dota con 275,690 hectáreas de terrenos nacionales a vecinos del grupo denominado Confederación Nacional Campesina del poblado de El Arco, Municipio de Ensenada, Baja California. *Diario Oficial de la Federación*, 28 de agosto de 1970.

Polis GA, Anderson WB, Holt RD. 1997. Toward an integration of landscape and food web ecology: The dynamics of spatially subsidized food webs. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28(1): 289–316.

Shoutis DT. 2003. *SPOT: The Spatial Portfolio Optimization Tool*. The Nature Conservancy. Washington, DC.

Copyrighted material

Copyrighted material

24 *Conservación ecológica*

Gustavo D Danemann, Exequiel Ezcurra y
Enriqueta Velarde

Introducción

La Ley General de Vida Silvestre (Congreso de los Estados Unidos Mexicanos 2000) define la conservación como "la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de vida silvestre [...] de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo". Considerando que se reconoce a la conservación y al desarrollo económico como "aspectos complementarios de la misma agenda" (World Bank 1992), el rezago económico en el que se encuentra una porción mayoritaria de la población nacional obliga a completar dicha definición de conservación con la definición clásica de desarrollo sustentable: "[...para] cubrir las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras" (Brundtland 1987). La pérdida del balance entre necesidades presentes y futuras condena a las poblaciones rurales a una economía cada vez más precaria, coincidente con la pérdida de la biodiversidad y los servicios ambientales originales. Como sugiere la información vertida en algunos capítulos de este volumen (tabla 1), es posible que Bahía de los Ángeles (BLA) esté siendo presa de este escenario.

Localizada en la puerta de acceso a la región de las Grandes Islas del Golfo de California, y caracterizada por un paisaje y biodiversidad singulares,

Copyrighted material

Tabla 1. Estado de conservación y amenazas para los recursos naturales de la región de Bahía de los Ángeles

Recurso	Estado de conservación	Amenazas
Restos arqueológicos e históricos	Bueno	Turismo e investigadores científicos (recolección de artefactos o alteración de su disposición original)
Humedales costeros	Bueno	Desarrollo de infraestructura turística, particularmente marinas (dragado y/o rellenado, contaminación, generación de sedimentos)
Playas arenosas	Bueno	Desarrollo de infraestructura turística, particularmente residencial (aplanado de dunas, fraccionamiento de hábitat)
Islas	Bueno	Incremento de turismo de playa, de aventura, y de observación de naturaleza (basura, aplastamiento de vegetación, profusión de senderos, perturbación de fauna)
Arrecifes y fauna arrecifal no comercial	Bueno	Incremento de turismo náutico (fondeo en zonas arrecifales) y de actividades subacuáticas (pesca utilizando equipo SCUBA)
Invertebrados de importancia comercial	Crítico (pepino de mar, pulpo, almeja generosa)	Sobrepesca y prácticas pesqueras destructivas (pesca con cloro, alteración de fondos arenosos)
Tiburón ballena	Regular	Falta de regulación de embarcaciones turísticas, destrucción de hábitat (asolvamiento por depósito de sedimentos generados por obras de dragado en línea de costa)
Tiburones y rayas de importancia comercial	Crítico	Sobrepesca, pérdida de hábitat de reclutamiento, alimentación y refugio (humedales)

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 1. Estado de conservación y amenazas para los recursos naturales de la región de Bahía de los Ángeles *(continúa)*

Recurso	Estado de conservación	Amenazas
Peces óseos de importancia comercial	Crítico	Sobrepesca, técnicas de pesca destructivas (trampas, buceo nocturno), pérdida de hábitat de reclutamiento (humedales y campos de algas)
Tortugas marinas	Crítico	Pesca ilegal, contaminación marina (principalmente plásticos), pérdida de hábitat de refugio y alimentación (bahías y humedales)
Reptiles terrestres	Bueno	Incremento de turismo en islas, captura ilegal, pérdida de hábitat
Aves	Bueno	Turismo en zonas de anidación
Mamíferos marinos	Bueno	Colisión con embarcaciones, actividades de observación no reguladas, ruido, pérdida de hábitat y recursos de alimentación, contaminación marina, enmallamiento

BLA ha sido por ocho décadas un polo de atracción para quienes estudian o simplemente disfrutan la naturaleza. También ha sido el blanco de políticas públicas alejadas de los objetivos de conservación y desarrollo sustentable, que han permitido (e inclusive promovido) la sobreexplotación y el uso indebido de los recursos naturales y del paisaje.

Este capítulo presenta un recuento de los esfuerzos realizados hasta la fecha para la conservación ecológica de BLA, un breve resumen del estado general de sus recursos naturales basado en los reportes contenidos en los capítulos precedentes, y algunas consideraciones sobre el manejo futuro del área. La calidad de la información científica acumulada, así como las circunstancias generadas por la creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes (Poder Ejecutivo Federal 2007), ofrecen una oportunidad inmejorable para redirigir el curso del desarrollo de BLA hacia la sustentabilidad.

Copyrighted material

Ciencia y conservación en la región de las Grandes Islas

Una de las primeras referencias científicas sobre BLA y la región de las Grandes Islas del Golfo de California se encuentra en una publicación de G Bancroft que data de 1927, y se refiere a las poblaciones de aves marinas anidantes en la costa e islas de la porción central de la Península de Baja California. Bancroft (1927) mencionó en ese trabajo las agregaciones reproductivas en Isla Rasa, y destacó el valor de la riqueza natural de esta región. Dos décadas después, en 1947, George Lindsay, en ese entonces curador del herbario en el Museo de Historia Natural de San Diego (SDNHM, por sus siglas en inglés; EUA), tuvo la oportunidad de recorrer el Golfo de California en velero. La relatoría científica del viaje (Lindsay 1947–1948) describió por primera vez la importancia biológica de las islas que rodean a la BLA, así como del desierto central de la península. También describió por primera vez el problema de la recolección masiva de huevos de gaviotas plomas (*Larus heermanni*) en Isla Rasa, y analizó el riesgo que la introducción de especies invasoras pudiera representar para las islas de la región.

Posiblemente los primeros esfuerzos por proteger partes importantes del Golfo de California comenzaron en 1951, con la publicación del relato de Lewis Wayne Walker sobre las aves de Isla Rasa en la revista *National Geographic* (tabla 2). Colega y amigo de George Lindsay, Walker era en ese entonces el taxidermista principal en el SDNHM. A través de sus artículos sobre Isla Rasa, Walker (1951, 1965) difundió su preocupación sobre la conservación del fenómeno de las grandes agregaciones reproductivas de aves marinas en las islas del golfo.

Kenneth Bechtel, un filántropo de San Francisco, California, que apoyaba activamente los trabajos de Lindsay y de los científicos de la Academia de Ciencias de California, era también en la década de 1950 consejero de la Sociedad Audubon. A través de esta sociedad, aportó un donativo de $ 5,000 dólares para la preservación de Isla Rasa. Este puede considerarse el inicio de la persistente y fructífera asociación entre fundaciones filantrópicas e individuos y organizaciones ambientalistas, que mantiene los esfuerzos conservacionistas hasta el presente.

Este donativo inicial fue utilizado por Walker para iniciar sus trabajos en Isla Rasa, los cuales fueron más tarde apoyados por un donativo adicional

Copyrighted material

del Fondo Científico Belvedere, un fondo filantrópico de apoyo a la investigación, también relacionado con la familia Bechtel. Este apoyo financiero llegó también al laboratorio de Bernardo Villa, investigador del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde los fondos fueron usados para establecer y operar una modesta estación biológica en la isla.

También con recursos del Fondo Científico Belvedere, así como de varias otras fuentes incluyendo la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos, el SDNHM estableció en 1960 una pequeña estación biológica en BLA, bautizada Estación de Campo del Mar Bermejo (*Vermillion Sea Field Station*, fig. 1), tomando el antiguo nombre que los soldados de Hernán Cortés dieron al Golfo de California durante su primer exploración de la zona. La estación de campo, que operó hasta 1972, fue la base de una serie de expediciones de inmensa importancia científica en la región.

Los reportes del trabajo en Isla Rasa llegaron a la Dirección General Forestal y de la Fauna del gobierno federal, que a finales de la década de 1950 era encabezada por Enrique Beltrán, un eminente conservacionista mexicano. Durante la presidencia de Adolfo López Mateos, Beltrán había promovido la declaratoria de Isla Tiburón como Zona de Reserva Natural y Refugio para la Fauna Silvestre (Poder Ejecutivo Federal 1963), siendo ésta la primera isla que recibiera protección legal en el Golfo de California. El interés personal de Beltrán por el fenómeno de la agregación reproductiva de gaviotas y gallitos de mar (fig. 2), junto con la gran notoriedad que había adquirido Isla Rasa a partir de la publicación de Walker y de las expediciones científicas del Instituto de Biología de la UNAM, prepararon el camino para que en 1964 Isla Rasa fuera decretada Zona de Reserva Natural y Refugio de Aves (Poder Ejecutivo Federal 1964). A partir de este decreto, las poblaciones de gallitos de mar y gaviotas plomas en la isla fueron estudiadas y protegidas permanentemente (Barreto 1973; Boswall y Barret 1978; Vidal 1967; Tobías 1968, Velázquez-Noguerón 1969, Velarde 1988, 1993; Velarde y Anderson 1994; Velarde y Ezcurra 2002; Velarde *et al.* 1985, 1994; Vermeer *et al.* 1993; Villa 1983; Villa *et al.* 1979, 1980).

Dándose cuenta de la importancia que la región tenía para la investigación científica, Antero Díaz, colono y empresario turístico pionero en BLA, adquirió a inicios de la década de 1960 un antiguo barco de patrulla estado-

Copyrighted material

Figura 1. La Estación de Campo del Mar Bermejo en la Bahía de los Ángeles, durante la marea baja (ca. 1966; foto: archivos SDNHM)

unidense que, rebautizado como San Agustín II (fig. 3), comenzó a alquilar para expediciones científicas en el golfo. Adelantado casi medio siglo a su tiempo, Antero Díaz (fig. 4) fue un precursor del turismo ecológico y uno de los primeros prestadores de servicios científicos en México, generando por primera vez un beneficio económico para la comunidad a partir del interés científico y de conservación en esta región.

Dos expediciones de gran importancia partieron desde BLA a bordo del San Agustín II. La primera, financiada por el Fondo Científico Belvedere,

Copyrighted material

Figura 2. Visita de funcionarios y científicos de la Ciudad de México a Isla Rasa en 1963. A la derecha, de camisa blanca, Alejandro Villalobos, del Instituto de Biología de la UNAM; segundo desde la derecha, con sombrero oscuro, el Dr. Enrique Beltrán (foto: archivos SDNHM, copiadas por George Lindsay de una película de 8 mm filmada por Antero Díaz, con permiso del autor)

fue organizada por el SDNHM en 1962 (Lindsay 1962). Participaron en ella investigadores de varias instituciones de San Diego, incluyendo a Michael Soulé, en ese entonces estudiante doctoral en la Universidad de Stanford, y Ambrosio González, del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, colaborador cercano de Enrique Beltrán (figs. 4–6). La segunda expedición se realizó en 1966, cuando G Lindsay era Director de la Academia de Ciencias de California en San Francisco, y participaron en ella investigadores de la misma academia y del SDNHM, junto con Alejandro Villalobos y Virgilio Arenas, del Instituto de Biología de la UNAM. En la bitácora de esta segunda expedición, Lindsay (1966) describió en detalle el colapso de las poblaciones de aves marinas como resultado de la recolección comercial de

Copyrighted material

huevos, y celebró el decreto de protección de Isla Rasa de 1964. También destacó la presencia de un biólogo mexicano en la isla, Eduardo Arrington, que investigaba el comportamiento reproductivo de las aves y al mismo tiempo protegía las poblaciones anidantes de los recolectores de huevos.

Tabla 2. Cronología de eventos significativos para la conservación de Bahía de los Ángeles (BLA) y su área de influencia

Fecha	Evento
1951	Lewis Wayne Walker publica el artículo *"Sea birds of Isla Raza"* en *National Geographic Magazine.*
1952	Kenneth Bechtel dona 5,000 dólares a la Sociedad Audubon para la conservación de Isla Rasa, iniciando los trabajos de conservación en la región.
1960	La Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos renta la antigua oficina de la mina de BLA, estableciendo la *Vermillion Sea Field Station*, que sirviera de base de operaciones para investigaciones científicas en la región.
1963	Isla Tiburón es decretada como Refugio de Vida Silvestre.
1964	Se decreta la creación de la Reserva Natural y Refugio de Aves Migratorias Isla Rasa.
1965	Se construye la estación de campo de Isla Rasa, como parte del trabajo de investigación y conservación dirigido por Bernardo Villa.
1969	Kenneth Bechtel organiza una expedición a las islas del Golfo de California, en un hidroavión piloteado por Charles Lindbergh, en la que participan George Lindsay y Joseph Wood Krutch.
1972	Lindbergh y Lindsay se entrevistan en México DF, con el gabinete del presidente Luís Echeverría y con periodistas, promoviendo la protección de las islas del Golfo de California.
1978	El gobierno federal decreta la creación del Refugio de Vida Silvestre Islas del Golfo de California, que incluye los archipiélagos de BLA, Angel de la Guarda y San Lorenzo.
1979	Se inicia la presencia permanente de investigadores en Isla Rasa, bajo la dirección de Enriqueta Velarde. La Secretaría de Pesca establece en BLA una estación-laboratorio para el estudio de las tortugas marinas, que sirviera de base para numerosas investigaciones científicas en la región.
1980	Se decreta la Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre Valle de los Cirios, que abarca la zona costera y vertientes hidrológicas de BLA y los canales de Ballenas y Salsipuedes.

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 2. Cronología de eventos significativos para la conservación de Bahía de los Ángeles (BLA) y su área de influencia *(continúa)*

Fecha	Evento
1982	Las áreas naturales protegidas de México son puestas bajo la jurisdicción de la recientemente creada Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.
1988	La Universidad Nacional Autónoma de México y el gobierno federal publican el libro *Islas del Golfo de California*, producido por Enriqueta Velarde y su equipo, que atrajo la atención nacional sobre las islas de la región y sus problemas de conservación. Se publica la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Se inaugura el Museo de Historia, Naturaleza y Cultura de BLA.
1992	El gobierno de México recibe un donativo de U$ 25 millones de Global Environmental Facility (GEF), para el manejo y la conservación de diez áreas protegidas, entre ellas las Islas del Golfo de California.
1993	Se decreta la Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, primera área natural protegida marina de México, lo que inicia la discusión sobre las oportunidades de protección de las aguas que rodean a las islas del Golfo de California.
1995	Se completa la erradicación de ratas de Isla Rasa, iniciada por Jesús Ramírez en 1993.
1996	La Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX), BirdLife International, la CONABIO, el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, y un equipo de 40 especialistas identifican al Archipiélago de BLA como el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) N° NO-84, al Archipiélago de BLA como el AICA N° NO-91, y al Archipiélago de San Lorenzo como el AICA N° NO-29. Se contrata al primer equipo de trabajo del Refugio de Vida Silvestre "Islas del Golfo de California" en Baja California, con incidencia sobre los archipiélagos de BLA, Ángel de la Guarda y San Lorenzo.
1997	Se crea el Fondo Mexicano para Áreas Naturales Protegidas con $16.48 millones de dólares remanentes de los $ 25 millones donados por el GEF en 1992. El Refugio de Vida Silvestre Islas del Golfo de California (en proceso de recategorización) comienza a recibir parte de los intereses de ese fondo, lo que asegura su financiamiento a largo plazo. Pronatura identifica a BLA como un área prioritaria para la conservación en el Golfo de California.

(Continúa)

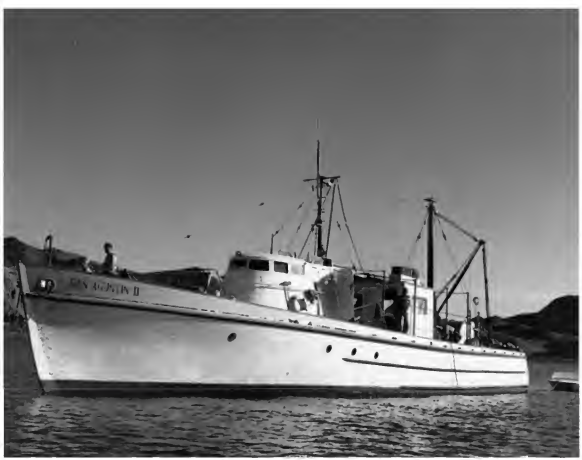
Copyrighted material

Tabla 2. Cronología de eventos significativos para la conservación de Bahía de los Ángeles (BLA) y su área de influencia *(continúa)*

Fecha	Evento
1998	La CONABIO designa las islas de los archipiélagos de BLA, Ángel de la Guarda y San Lorenzo como parte de la región marina prioritaria para la conservación N° 13 "Complejo Insular de Baja California", y a la región costera del Canal de Salsipuedes como parte de la Región Hidrológica Prioritaria N° 3 "Sierra de la Libertad". El Refugio de Vida Silvestre Islas del Golfo de California establece una oficina permanente en BLA. Pronatura da inicio al Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de BLA, que tiene como objetivo relevante la promoción de un área natural protegida marina en la región.
2000	La CONABIO designa la porción costera de BLA como parte del área terrestre prioritaria para la conservación N° 6 "Sierras La Libertad–La Asamblea". Se recategoriza el Refugio de Vida Silvestre Islas del Golfo de California como Área de Protección de Flora y Fauna (APFF). Octubre. Se publica el Programa de Manejo del APFF Islas del Golfo de California.
2003	Pronatura establece el Centro de Recursos Comunitarios de BLA. Noviembre.
2004	Junio. El Ejido Tierra y Libertad inicia acciones judiciales demandando la nulidad del procedimiento que autorizó el dragado de de la marisma de Punta Arena, frente al poblado, para la construcción de una marina para 800 embarcaciones. La autorización es revocada en octubre de 2004.
2005	Abril. Se decreta el Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago San Lorenzo. Noviembre. El Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito es designado como Humedal de Importancia Internacional (N° 1595), de acuerdo a la Convención de RAMSAR.
2006	Febrero. Isla Rasa es designada como Humedal de Importancia Internacional (N° 1603), de acuerdo a la Convención de RAMSAR.
2007	5 de junio. Se decreta la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes.

Copyrighted material

Figura 3. El "San Agustín II", un antiguo barco patrulla de 85 pies, operado por Antero Díaz para realizar expediciones en el Golfo de California. La foto fue tomada por George Lindsay antes de la partida de la expedición Belvedere de 1962 (foto: archivos SDNHM)



La contribución de estas expediciones a la conservación local y global fue inmensa. Estos viajes por el Golfo de California, organizados desde BLA, fueron la cuna de un grupo importante de investigadores sensibilizados a la inmensa belleza del mundo natural y a los problemas de su degradación. La lista es demasiado larga para incluirla en este capítulo, y es necesario referir a los lectores a las detalladas narraciones de viaje de Lindsay (1962, 1966). Baste decir en este punto que uno de los muchos brillantes participantes de estas expediciones era Michael Soulé (fig. 7), quien como investigador de la Universidad de California en San Diego y en Santa Cruz, desarrolló y consolidó sus teorías biogeográficas y evolutivas trabajando con poblaciones de reptiles. Sus ideas, desarrolladas en buena medida a partir de experimentos

Copyrighted material

Figura 4. Expedición Belvedere de 1962: Antero Díaz, experto conocedor del golfo y excelente anfitrión, prepara la comida para un grupo de científicos en una de las islas del golfo; al fondo, Ambrosio González, del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables y colaborador de Enrique Beltrán (foto: archivos SDNHM)

Copyrighted material

Figura 5. Investigadores de la expedición Belvedere de 1962. De pie, de izquierda a derecha: Richard Banks, Michael Soulé, Don Hunsaker, Chris Parrish, Ira Wiggins, Charles Shaw, y Reid Moran. Sentados: William Emerson, Denis Bostic, y Charles Harbinson. Detrás de la cámara: George Lindsay. Fuera de la foto: Ambrosio González, del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, quien se encontraba ya regresando a la Ciudad de México (foto: archivos SDNHM)

y observaciones de campo realizados en las islas y planicies lodosas de BLA, fundaron una nueva rama de las ciencias biológicas: la biología de la conservación (Soulé y Wilcox 1980).

En 1969, George Lindsay organizó junto con el legendario aviador Charles Lindberg una nueva expedición, esta vez a bordo de un hidroavión tipo "Catalina". Los acompañaban Joseph Word Krutch, un novelista y autor de ensayos de naturaleza muy renombrado, y el filántropo Kenneth Bechtel (fig. 8). Lindsay era ya en ese entonces un veterano en la organización de expediciones científicas en la región (Banks 1962a, 1962b; Lindsay 1962, 1964, 1966, 1970; Wiggins 1962).

Copyrighted material

Figura 6. Una comida de campo durante la expedición Belvedere de 1962 muestra el dramático cambio de actitud que ha ocurrido sobre el consumo de algunos recursos naturales. Sin darle importancia alguna, un grupo de científicos conservacionistas almuerza una tortuga de mar. De izquierda a derecha: Antero Díaz, Ambrosio González, Charles Shaw, y William Emerson (foto: archivos SDNHM)

Lindbergh quedó tan fascinado con el estado de conservación de estas islas, que invitó a Lindsay a visitar la Ciudad de México en marzo de 1972 para, aprovechando su notoriedad, promover su protección frente a representantes de los medios y del gabinete del Presidente Luís Echeverría Álvarez.

Aunque la relación causal entre este viaje y las acciones de conservación que siguieron no ha sido claramente establecida, el hecho es que luego de esta visita se renovó el interés público por esta región. Seis años después, siendo Cuauhtémoc Cárdenas Solórzano Subsecretario Forestal y de la Fauna, el gobierno de México decretó la protección de la totalidad de las Islas del Golfo de California (Poder Ejecutivo Federal 1978; SDNHM 1996). Dos

Copyrighted material

Figura 7. John Sloan, Chris Parrish, y Michael Soulé recorriendo trampas para estudios poblacionales de lagartijas en Bahía de los Ángeles (ca. 1963; foto: archivos SDNHM)

años más tarde, Enriqueta Velarde, quien fuera discípula de Bernardo Villa y posteriormente llegara a ser la principal investigadora de Isla Rasa, impulsó desde el Instituto de Biología de la UNAM un proyecto de conservación de islas en el Golfo de California. Entre muchos otros resultados, el proyecto publicó el libro Islas del Golfo de California, que atrajo la atención del mundo científico, político, y de los medios de comunicación, hacia las islas, su valor ecológico, y sus problemas de conservación (Bourillón *et al.* 1988).

Copyrighted material

Figura 8. Joseph Wood Krutch, Nancy Bechtel, Charles A. Lindbergh, y Kenneth Bechtel alrededor de un cardón en el desierto central de Baja California, cerca de Bahía de los Ángeles en 1969 (foto: archivos SDNHM)

Conservación de sitio y creación de la reserva de la biosfera

Establecida en 1992 con el objeto, entre otros, de "conservar los ecosistemas del país y generar criterios para su manejo sustentable", la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO; Poder Ejecutivo Federal 1992) coordinó una serie de ejercicios de identificación de áreas prioritarias para la conservación en México. Los resultados de este análisis, replicado en diversas instancias (ver revisión de Aburto-Oropeza y López-Sagástegui 2006) motivaron la designación de la región de BLA como Región Terrestre Prioritaria para la Conservación en México (CONABIO 1996; Arriaga *et al.* 2000), Región Marina Prioritaria para la Conservación en México (Arriaga *et al.* 1998; CONABIO 1998), y Área Prioritaria para la Conservación de las Aves (CIPAMEX 1996; CONABIO 1999).

Detallando el trabajo de CONABIO, y como parte de su planeación estratégica regional, en 1997 Pronatura Península de Baja California (actualmente parte de Pronatura Noroeste AC) identificó a BLA y su zona de influencia como una de las tres áreas marinas más importantes para la conservación de la biodiversidad en la Península de Baja California y el Golfo de California (Enríquez-Andrade y Danemann 1998). La importancia biológica del área, así como la ausencia en ese momento de iniciativas para su conservación, motivaron que Pronatura estableciera en este sitio un programa de conservación de largo plazo. Iniciado en 1998 bajo la dirección de Gustavo Danemann, el Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de Bahía de los Ángeles ha abarcado la realización de diagnósticos de esta región y sus recursos naturales (humedales costeros, pesquerías, arrecifes y fauna arrecifal, aspectos socioeconómicos), capacitación y organización de los usuarios locales (pescadores, buzos, guías de pesca deportiva), educación, conservación de propiedades privadas (desincorporadas del Ejido Tierra y Libertad) y, en forma relevante, la propuesta de creación de un área natural protegida marina.

El proceso de creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes (tabla 3) inició formalmente el 16 de mayo de 2001, cuando Benito Bermúdez, en ese entonces director del Parque Nacional Bahía de Loreto, fue invitado a BLA para comentar a pesca-

Copyrighted material

dores y ejidatarios los avances y beneficios que dicha área natural protegida había generado para los pescadores loretanos. La exposición de Bermúdez dio lugar a un proceso de reflexión por actores clave de la comunidad, que promovió la autorización del Ejido Tierra y Libertad de esta localidad, para que Pronatura diseñara una primera propuesta de área natural protegida. El ejido integró un comité *ad hoc* para revisar la propuesta, estableciéndose una dinámica de participación comunitaria sin precedentes en el noroeste de México. Tras 15 meses de revisión y cuatro ediciones de la propuesta, el comité (expandido a 14 miembros, incluyendo miembros de la comunidad no pertenecientes al ejido y un representante del Ejido Confederación Nacional Campesina), recomendó a la Asamblea Ejidal la aprobación de la propuesta (Danemann y Peynador 2002), la que se dispuso por unanimidad el 29 de septiembre de 2002.

Con la aprobación de la Asamblea Ejidal, la propuesta fue distribuida para ser revisada por las autoridades municipales, estatales y federales, así como por instituciones académicas y organizaciones conservacionistas. Como apoyo al proceso se realizaron dos campañas de información y recolección de firmas entre los habitantes de BLA, logrando cubrir en ambos casos 81% de la población económica activa local, incluyendo 75% de los pescadores. En octubre de 2004 la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) recibió oficialmente el proyecto, publicando el Estudio Previo Justificativo para la creación del área protegida, y encomendando a César Sánchez Ibarra la realización de las gestiones necesarias para promover el decreto a nivel estatal y federal. Estas gestiones posibilitaron en junio de 2005 la publicación del Aviso de Decreto del área natural protegida en el *Diario Oficial de la Federación* (Poder Ejecutivo Federal 2005a), que motivó que la propuesta recibiera un tratamiento formal por parte de las autoridades federales y estatales. En septiembre de 2006 la propuesta recibió el aval del gobierno estatal de Baja California, logrando en noviembre del mismo año el dictamen favorable por parte de la Comisión Federal de Mejoras Regulatorias (COFEMER).

El proyecto de decreto presidencial para la creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes quedó completo y listo para la firma del Presidente Vicente Fox Quezada en diciembre de 2006. Sin embargo, esto tuvo que esperar hasta el 5 de junio de

Copyrighted material

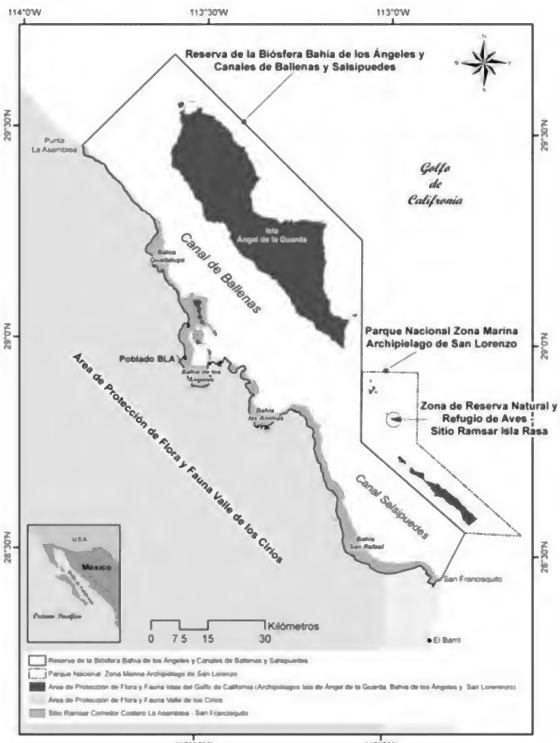
2007, fecha en que se hizo efectiva su publicación en el *Diario Oficial de la Federación* con la firma del Presidente Felipe Calderón Hinojosa (Poder Ejecutivo Federal 2007). En total, el proceso de promoción del decreto presidencial demandó cuatro años de investigación inicial, y otros seis de gestión social y política (tabla 3), además del continuo apoyo de un amplio conjunto de organizaciones conservacionistas, instituciones académicas y fundaciones filantrópicas. El diseño final del área protegida cubre 387,956.88 hectáreas, incluyendo los canales de Ballenas y Salsipuedes, la zona marina adyacente al archipiélago de Ángel de la Guarda, y la Zona Federal Marítimo Terrestre peninsular e insular, desde Punta La Asamblea hasta Punta San Francisquito (fig. 9).

Dos proyectos paralelos representan en la actualidad apoyos importantes para el establecimiento y operación de esta área protegida. El primero involucra la constitución de un fondo patrimonial, diseñado por el Fondo para Áreas Naturales Protegidas y Pronatura Noroeste, que tiene como objetivo cubrir en forma permanente los costos básicos de operación de la nueva reserva de la biosfera. Esto involucra actividades de conservación y monitoreo, vigilancia y patrullaje marino, promoción de pesquerías y turismo sustentables, desarrollo y capacitación comunitaria, operación y mantenimiento de la oficina administrativa y un centro de atención a visitantes, coordinación con actores gubernamentales, sociales y privados, y gestión de nuevos financiamientos públicos y privados. El Fondo para la Conservación de Bahía de los Ángeles se estableció con una inversión inicial de dos millones de dólares. Una segunda fase de este fondo patrimonial, estimada en US$ 1.8 millones de dólares, permitiría adquirir, equipar, mantener y operar dos embarcaciones destinadas enteramente al patrullaje del área. La constitución de este fondo permitirá generar donativos por 3.8 millones de dólares por parte de Global Environmental Facility, mismos que beneficiarán a otras áreas protegidas prioritarias.

El segundo proyecto de apoyo, representado por el presente volumen, es la integración de la línea base o informe sobre el estado inicial de los recursos naturales de la región. Esta "fotografía instantánea" permitirá en el futuro evaluar con indicadores cuantitativos muy claros, el impacto que las actividades de aprovechamiento, administración y manejo del área protegida, tendrán sobre los principales componentes del ecosistema objeto de conser-

Copyrighted material

Figura 9. Conglomerado de áreas naturales protegidas de Bahía de los Ángeles (CABLA)



Copyrighted material

Tabla 3. Cronología del proceso de creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles (BLA) y Canales de Ballenas y Salsipuedes

Fecha	Evento
1996	Junio. Se decreta la creación de Parque Nacional Bahía de Loreto, en Baja California Sur, que sirviera como modelo para el primer diseño del área protegida en BLA.
1997	Pronatura identifica a BLA como un área prioritaria para la conservación en la Península de Baja California.
1998	Pronatura inicia el estudio de las pesquerías y problemática de conservación en BLA.
2001	Enero. Primeras pláticas entre Pronatura y actores clave en BLA, sobre la posibilidad de establecer un área protegida marina en la región. Marzo. Benito Bermúdez, entonces director del Parque Nacional Bahía de Loreto, es invitado a explicar a ejidatarios y pescadores de BLA las características y beneficios dicha área protegida. Junio. La asamblea del Ejido Tierra y Libertad autoriza a Pronatura a preparar una propuesta para la creación de un parque nacional en la región, e integra un comité de ocho ejidatarios para revisar y evaluar la propuesta. Diciembre. Se presenta a consideración del comité revisor un primer borrador de la propuesta para la creación del área protegida en BLA.
2002	23 de agosto. El comité revisor, ampliado a 16 miembros (incluyendo habitantes de la región que no son ejidatarios), lleva cabo una tercera y última revisión de la propuesta, sin realizar mayores comentarios. 10 de septiembre. La propuesta es por primera vez discutida por Pronatura y la CONANP en la Ciudad de México, DF. 29 de septiembre. El comité revisor presenta a la asamblea ejidal las conclusiones de su revisión de la propuesta, recomendando su aprobación. La asamblea aprueba por unanimidad de votos apoyar la propuesta de creación del área protegida. Octubre. La propuesta recibe apoyo masivo por parte de organizaciones conservacionistas e instituciones académicas nacionales y extranjeras.

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 3. Cronología del proceso de creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles (BLA) y Canales de Ballenas y Salsipuedes *(continúa)*

Fecha	Evento
1996	Noviembre. La propuesta es formalmente sometida a la CONANP.
2003	Febrero. Se inician pláticas entre la CONANP y el gobierno del Estado de Baja California, analizando diversas propuesta de creación de áreas protegidas, entre ellas la de BLA. 23 de abril. Concluye la revisión de la propuesta por un grupo de trabajo integrado por la Dirección de Pesca y la Coordinación de la Industria Pesquera, ambas de la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA), la Delegación en Ensenada de la Dirección General de Ecología del Estado de BC, el XVII Ayuntamiento de Ensenada, por conducto de su Comisión de Ecología y la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, la Delegación Federal de la SEMARNAT en Baja California, la Subdelegación Federal de Pesca de la SAGARPA en Baja California, y la Dirección en Baja California del APFF Islas del Golfo de California de la CONANP. 28 de abril. El gobierno municipal de Ensenada aprueba la propuesta. 13–16 de mayo. 206 miembros de la comunidad de BLA (81% de la población económicamente activa, incluyendo hombres y mujeres de todos los sectores e intereses del poblado) firman una carta solicitando a Eugenio Elorduy, gobernador de Baja California, su anuencia y apoyo para la creación del área natural protegida en BLA. 9–12 de junio. La petición de la comunidad, junto con la sexta edición de la propuesta, es entregada al gobierno estatal y a todas las agencias federales, estatales y municipales involucradas en la revisión de la propuesta, por un comité de representantes de los pescadores, empresarios, guías de pesca deportiva y mujeres de BLA. La campaña fue ampliamente cubierta por medios de comunicación de Mexicali, Tijuana, y Ensenada, en Baja California, y de Chula Vista, California. 17 de octubre. El departamento jurídico de la CONANP emite un memorando enlistando las observaciones derivadas de su revisión de la sexta edición de la propuesta.
2004	15 de febrero. Pronatura publica y envía a la CONANP la séptima edición de la propuesta, misma que incorpora las observaciones de la CONANP y de la mesa de trabajo gubernamental de abril de 2003.

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 3. Cronología del proceso de creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles (BLA) y Canales de Ballenas y Salsipuedes *(continúa)*

Fecha	Evento
	25 de febrero. Las organizaciones conservacionistas más importantes de la región se reunen en Guaymas, Sonora, y refrendan la designación del área protegida en BLA como una acción prioritaria para la conservación en el Noroeste de México. 2–5 de marzo. Se realiza en BLA una segunda campaña intensiva de información sobre el proyecto de creación del área protegida, logrando que el 81% de la población local (incluyendo 47 pescadores) firme una segundo petición de apoyo a la propuesta, dirigido al gobernador de Baja California. 23 de marzo. El gobierno de Baja California anuncia la organización de una serie de audiencias públicas en BLA a los efectos de conocer las percepciones y opiniones de la comunidad local respecto del proyecto. 29 de mayo.Primera consulta pública en BLA, con la presencia de representantes de la CONANP y del Gobierno del Estado de Baja California. 5 de junio. Segunda consulta pública en BLA. Agosto. La CONANP realiza diversas consultas a la Delegación Federal de SEMARNAT en BC, a los Centros Regionales de Investigación Pesquera (CRIP) en Ensenada y Guaymas, las delegaciones de SAGARPA en Baja California y Sonora, la Dirección de Pesca de la Secretaría de Fomento Agropecuario del Gobierno de Baja California, y la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura. Octubre. La CONANP publica el Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes" (RBBLA). Este documento ajusta el polígono del área propuesta, manteniendo las islas como parte del APFF Islas del Golfo de California. Octubre. La CONANP presenta la propuesta a representantes de la Cámara Nacional de la Industria Pesquera (CANAINPESCA) y al Consejo Consultivo para el Ordenamiento Ecológico del Golfo de California. 20 y 28 de noviembre. Se llevan a cabo la tercera y cuarta consultas públicas en BLA. Se acuerda con el Ejido Tierra y Libertad y demás representantes de la comunidad local la publicación del aviso de decreto en el *Diario Oficial de la Federación*.

(Continúa)

Copyrighted material

Tabla 3. Cronología del proceso de creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles (BLA) y Canales de Ballenas y Salsipuedes *(continúa)*

Fecha	Evento
2005	15 y 16 de febrero. Representantes de CONANP y Pronatura analizan y consensan con las asociaciones de Pesca Deportiva y Ecoturismo, y de Buzos Comerciales de BLA, el esquema de zonificación propuesto para la RBBLA. 3 de junio. La SEMARNAT publica en el Diario Oficial de la Federación el aviso poniendo a disposición del público los estudios realizados para justificar la expedición del Decreto por el que se pretende declarar la RBBLA. 6–8 de marzo. Representantes de los diversos sectores de BLA llevan a cabo una tercera campaña de medios de comunicación en Ensenada, Mexicali y Tijuana, solicitando el apoyo del gobernador del estado para la creación de la RBBLA.
2006	29 de agosto. La CANAINPESCA acepta la creación de la RBBLA, y expresa su interés en participar en la preparación del programa de manejo para la pesca industrial en el área protegida. 12 de septiembre. El gobernador Ernesto Elorduy otorga su anuencia para el establecimiento de la RBBLA. 28 de noviembre. La Comisión Federal de Mejoras Regulatorias (COFEMER) emite su dictamen final, favorable a la publicación del decreto de creación de la RBBLA.
2007	24 de febrero. El Consejo de Pronatura solicita al presidente Felipe Calderón la publicación del decreto de creación de la RBBLA, completo desde finales de la administración de Vicente Fox. Calderón anuncia públicamente su decisión favorable a dicha solicitud, como parte de su discurso sobre Compromisos con la Conservación.
5 de junio	Se publica en el Diario Oficial de la Federación el decreto de creación de la RBBLA

vación. Esta es la primer área protegida de México que cuenta desde el momento de su decreto con un instrumento de esta naturaleza.

Copyrighted material

Estado de conservación de los recursos naturales de la región de BLA

En términos generales el análisis del estado de conservación de los recursos naturales de la región de BLA, desprendido de la información presentada en los capítulos precedentes, evidencia una diferencia clara entre los recursos que han sido objeto de explotación, y los que aún no han sido utilizados en forma intensiva (tabla 1). En específico, una porción importante de los recursos marinos (invertebrados, elamosbranquios, peces óseos y tortugas marinas) que son o han sido extraídos comercialmente, presentan niveles poblacionales muy por debajo de lo que pudiera considerarse su nivel de estabilidad, e inclusive críticos en algunos casos. Por su parte, los recursos territoriales o paisajísticos (humedales, playas, e islas) presentan un estado de conservación bueno, aunque amenazado por el desarrollo inmobiliario y consecuente incremento del flujo de visitantes ampliamente anunciado para la región (FONATUR 2003; SECTURE 2005). Algo similar ocurre con los vertebrados que habitan las islas (reptiles terrestres y aves), y con los mamíferos marinos, el tiburón ballena y los sitios arqueológicos, sensibles a la perturbación humana.

En todos los casos, será responsabilidad de las áreas naturales protegidas que convergen en la región el implementar o coadyuvar en la implementación de lineamientos que conduzcan al desarrollo costero y al aprovechamiento de los recursos de la región hacia a la sustentabilidad. Además de los instrumentos previstos en el marco legal mexicano para las áreas protegidas, en BLA éstas cuentan con una serie de herramientas de conservación de sitio y administración de recursos, desarrollados por Pronatura Noroeste: (a) tres sitios prioritarios sobre la línea de costa de la reserva de la biosfera (Playa El Pescador y humedales de Las Ánimas y Guadalupe) se encuentran protegidos por una red de 14 servidumbres ecológicas que cubren un total de 1400 hectáreas (veéase capítulo 23 de este volumen), mientras que otros tantos se encuentran en proceso de protección; (b) los principales usuarios de los recursos pesqueros se encuentran desde 2005 organizados en sociedades de producción rural y/o asociaciones civiles, que permiten su participación efectiva en los procesos de toma de decisiones administrativas (veéase capítulos 20 y 21 de este volumen) ; (c) los principales recursos pesqueros cuentan con

Copyrighted material

programas de manejo que definen criterios básicos para su aprovechamiento sustentable (por ejemplo: biomasa capturable, talla mínima, temporada de reproducción, método de monitoreo de capturas y poblaciones); y (d) el área cuenta desde 2004 con un programa de monitoreo anual de zonas y fauna arrecifales, ligado al registro permanente de capturas comerciales, lo que permite evaluar el impacto de las actividades pesqueras y su administración sobre estas poblaciones naturales.

El impacto efectivo de los esfuerzos de educación y sensibilización de la comunidad local sobre el estado de conservación de los recursos y áreas naturales de BLA es difícil de evaluar. Sin embargo, al menos en una ocasión la participación activa de la comunidad ha sido clave en la defensa del medio ambiente y paisaje natural de la bahía. El 30 de mayo de 2004, la Asamblea General del Ejido Tierra y Libertad votó a favor de iniciar acciones legales en contra del título de concesión para realizar obras de dragado en la marisma de Punta Arenas, frente a la playa principal del pueblo (SCT 2004). Este humedal es zona de reproducción del lenguado y de recolección de almejas para consumo doméstico, área de descanso de aves marinas, y lugar de esparcimiento para los lugareños. También conforma parte del paisaje característico de la bahía, que se observa desde todo el poblado. Las obras de dragado que se autorizaron, no solo hubieran destruido el humedal, sino que además hubieran generado sedimentación y asolvamiento en la porción interna de la bahía, donde se concentra el tiburón ballena. En representación del ejido, un grupo de abogados ambientalistas demandó y obtuvo la nulidad de la concesión otorgada (F Ochoa com. pers.), estableciendo un precedente importante de la capacidad de las comunidades para vetar proyectos de desarrollo promovidos por agentes externos.

El "Conglomerado de Áreas Naturales Protegidas de Bahía de los Ángeles"

La Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes conecta físicamente tres áreas naturales protegidas establecidas anteriormente: el Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (específicamente los archipiélagos de Bahía de los Ángeles, Ángel de la Guarda y San Lorenzo; Poder Ejecutivo Federal 1978), la vertiente sur oriental del Área

Copyrighted material

de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios (Poder Ejecutivo Federal 1980), y el Parque Nacional Zona Marina Archipiélago de San Lorenzo (Poder Ejecutivo Federal 2005b; fig. 9). Adicionalmente, Isla Rasa (que forma parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California) ha sido decretada como Reserva Especial de la Biosfera y, junto con el Corredor Costero La Asamblea-San Francisquito, que conforma la costa peninsular de la reserva de la biosfera, se encuentran enlistados como Humedales de Importancia Internacional de acuerdo a la Convención RAMSAR (Enkerlin *et al.* 2006). En total, el área abarca alrededor de 9,840 km^2 (tabla 4).

Tabla 4. Superficie en hectáreas de las Áreas Naturales Protegidas en la región de Bahía de los Ángeles

Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes	387,956.884
Parque Nacional Zona Marina del Archipiélago de San Lorenzo	58,442.800
Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California (archipiélagos de Ángel de la Guarda, San Lorenzo y Bahía de los Ángeles)	98,813.760
Vertiente sur oriental del Área de Protección de Flora y Fauna Valle de los Cirios (cuencas de Calamajué y Santa Isabel, exceptuando la Zona Federal Marítimo Terrestre)	443,086.320
Total (ha)	988,299.764

Estas áreas protegidas comparten una misma ecorregión y, en gran medida, una misma problemática; considerarlas como un conjunto o unidad —el "conglomerado" de áreas naturales protegidas de Bahía de los Ángeles (CABLA)— permitirá establecer estrategias comunes para su conservación, manejo y administración, y optimizar el uso de recursos humanos, económicos y técnicos, tanto públicos como privados. Las áreas protegidas que integran el CABLA pueden ser administradas por un mismo equipo técnico establecido en BLA, y compartir un Consejo Asesor y un programa de conservación y manejo integral, que asegure la coordinación y complementariedad de las acciones que se dispongan en cada área. En su conjunto, el financiamiento de la operación del CABLA puede ser cubierto por el Fondo para la Conservación de Bahía de los Ángeles antes descrito.

Copyrighted material

Comentarios finales

El trabajo realizado en BLA, su área de influencia, y muchos otros sitios en el Golfo de California, es una prueba de que con el compromiso de investigadores, organizaciones no-gubernamentales, instituciones de financiamiento, comunidades y gobiernos, no sólo es posible conservar sino también lo es restaurar zonas impactadas para regresarles su antiguo valor ecológico. Como ejemplo, la erradicación de la fauna introducida en Isla Rasa, la protección contra la recolección de huevos, y la consecuente y espectacular recuperación de sus poblaciones de aves marinas, muestran que la restauración ecológica puede ser muy efectiva en estos ambientes. Por degradado que parezca, no hay lugar en el Golfo de California que no sea importante para la conservación y que no merezca nuestros mejores esfuerzos.

Pese a esto, casi todos los intentos por impulsar el desarrollo económico en la Península de Baja California están basados en el argumento de que es justificable y necesario un cierto nivel de deterioro ambiental para generar los recursos que permitan conservar el resto. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que el desarrollo insustentable no sólo jamás genera los prometidos recursos para la conservación, sino que únicamente produce más deterioro. Como ejemplos están los grandes desarrollos hoteleros y residenciales de Los Cabos, Nopoló, o el corredor Tijuana-Ensenada, que ya han causado una enorme transformación y deterioro ambiental, y que tienen una alta demanda de energía, agua y servicios públicos. En todos los casos, los proyectos iniciales son seguidos por todo tipo de proyectos secundarios, generando una cadena de apropiación insustentable de tierra, agua y energía, que deprecia irreversiblemente el ambiente y reduce la calidad de vida de las poblaciones locales.

Los reconocimientos internacionales y nacionales que ha tenido la región de BLA en tiempos recientes, desde la dedicatoria de las Islas del Golfo de California como Patrimonio de la Humanidad en 2004, hasta el decreto de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes el 5 de junio de 2007, genera una inmensa responsabilidad para el gobierno y sociedad mexicanos, particularmente en los niveles locales. La maravillosa Bahía de los Ángeles es ahora una parte reconocida y central del patrimonio biológico del planeta, y no debe escatimarse ningún esfuerzo para protegerla en toda su grandeza.

Copyrighted material

Agradecimientos

El Programa de Conservación y Desarrollo Sustentable de Bahía de los Angeles, en el que se enmarca todo el trabajo de Pronatura Noroeste en esta localidad, así como la participación de Gustavo Danemann como editor de este libro, ha sido financiado por The David and Lucile Packard Foundation, The Sandler Family Supporting Foundation, Marisla Foundation, International Community Foundation, U.S. Fish and Wildlife Service – Department of Habitat Conservation, National Fish and Wildlife Foundation, Fundación Internacional de la Comunidad, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Conservación Internacional, WWF, y Sonoran Desert Joint Venture. Exequiel Ezcurra agradece el apoyo financiero de The David and Lucile Packard Foundation y The Pew Fellows Program in Marine Conservation, cuyo patrocionio permitió su participación y la de Enriqueta Velarde en este proyecto. La propuesta para la creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Angeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes fue promovida principalmente por miembros de la comunidad de BLA, Pronatura Noroeste, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Comunidad y Biodiversidad A.C., Conservación Internacional México A.C., Departamento de Fauna Silvestre, Pesquerías y Biología de la Conservación de la Universidad de California en Davis, Ejido Ganadero y Turístico "Tierra y Libertad", Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C., Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos de Ensenada A.C., ProEsteros, Lagunas y Marismas de las Californias S.C., Sociedad de Historia Natural Niparajá A.C., Wildcoast, y WWF-Programa México. A todos ellos, así como a las numerosas personas que han colaborado y colaboran en la conservación de esta región del Golfo de California, nuestro más sincero agradecimiento.

Resumen

Bahía de los Ángeles (BLA) ha sido desde la década de 1950 base para investigaciones científicas en la región de las Grandes Islas del Golfo de California. Estas investigaciones impulsaron el interés nacional e internacional en la conservación de los ecosistemas insulares. En este proceso, las investigaciones y esfuerzos por la conservación de Isla Rasa jugaron un papel rele-

Copyrighted material

vante, que facilitó la protección legal de todas las islas del golfo en 1978. La identificación de BLA como un área prioritaria para la conservación a fines de la década de 1990 motivó el inicio de un programa de conservación de sitio enfocado en sus recursos marinos, su aprovechamiento sustentable, el desarrollo comunitario y, en forma destacada, la creación de un área natural protegida marina. El decreto de creación de la Reserva de la Biosfera Bahía de los Ángeles y canales de Ballenas y Salsipuedes, publicado el 5 de junio de 2007, demandó 10 años de trabajos de investigación y gestión política y social. Esta reserva de casi 390,000 ha establece un continuo de 9,840 km² de áreas protegidas en la región, cuya operación conjunta y manejo integrado permitirá optimizar los recursos humanos, técnicos y económicos generados por un fondo patrimonial privado creado con este fin. El análisis del estado de conservación de los recursos naturales del área sugiere que muchos de éstos que han sido objeto de explotación comercial presentan una condición crítica, mientras que otros están potencialmente amenazados por proyectos de desarrollo planteados para esta región. La nueva área protegida podrá impulsar lineamientos que promuevan la sustentabilidad regional.

Abstract

Since the 1950s, Bahía de los Ángeles has been a base for scientific research in the Midriff Island region of the Gulf of California. These studies promoted national and international awareness in the conservation of insular ecosystems. In this process, the research and conservation efforts implemented in Rasa Island had a relevant role that facilitated the legal protection of all the islands in the gulf in 1978. The identification of Bahía de los Ángeles as a priority area for conservation in the late 1990s motivated the implementation of a site conservation program focused on its marine resources, its sustainable use, the community development, and the creation of a marine natural protected area. The decree that established the Biosphere Reserve of Bahía de los Ángeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes, published on June 5, 2007, required 10 years of research and political and social lobbying. This almost 390,000 ha reserve establishes a continuous protected area covering 9,840 km² in this region, whose joint operation and integrated management will allow the optimization of the human, technical and economic resour-

Copyrighted material

ces generated by a private endowment fund created with this purpose. The analyses of the conservation status of the natural resources in the area suggest that many of these that have been commercially exploited are in critical condition, while others are potentially threatened by development projects planned for the region. The new protected area will be able to promote guidelines for the regional sustainability.

Referencias

Aburto-Oropeza O, López-Sagástegui C. 2006. *Red de reservas marinas del Golfo de California: una compilación de los esfuerzos de conservación*. Greenpeace México. México, DF. 30 pp.

Arriaga L, Vázquez E, González J, Jiménez R, Muñoz E, Aguilar V (coords.). 1998. *Regiones marinas prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F.

Arriaga L, Espinoza J, Aguilar C, Martínez E, Gómez L, Loa E (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF.

Bancroft G. 1927. Notes on the breeding coastal and insular birds of Central Lower California. *Condor* 29: 188–195.

Banks RC. 1962a. A history of exploration for vertebrates on Cerralvo Island, Baja California. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 30(6): 117–125.

Banks RC. 1962b. Birds of the Belvedere expedition to the Gulf of California. *Trans. San Diego Soc. Nat. His.* 13: 49–60.

Barreto JA. 1973. Isla Rasa, BC, refugio de gaviotas y gallitos de mar. *Bosques y Fauna* 10(4): 3–8.

Boswall J, Barrett M. 1978. Notes on the breeding birds of Isla Rasa, Baja California. *Western Birds* 9(3): 93–108.

Bourillón L, Cantú A, Eccardi F, Lira E, Ramírez J, Velarde E. 1988. *Islas del Golfo de California*. Secretaría de Gobernación y Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 292 pp.

Bruntland G. (ed.). 1987. *Our common future: The World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press.

CIPAMEX (Consejo Internacional para la Conservación de las Aves – México). 1996. *Áreas de importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)*. México, DF.

Copyrighted material

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 1996. Regiones prioritarias para la conservación en México. Resultados del taller de consulta realizado 26, 27 y 28 de febrero de 1996. México, DF. 45 pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 1998. Identificación de regiones prioritarias marinas de México. Primer informe técnico. México, DF. 28 pp. + anexos.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad). 1999. Áreas importantes para la conservación de las aves en México. http://Conabio_web.conabio.gob.mx:4444/aicas/NO-70.html (Isla Rasa) y http://Conabio_web.conabio.gob.mx:4444/aicas/NO-29.html (Isla Salsipuedes).

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. 2000. Ley General de Vida Silvestre. *Diario Oficial de la Federación*. 3 de julio de 2000.

Danemann G, Peynador C. 2002. Propuesta para la creación del Parque Nacional "Bahía de Los Ángeles", Baja California. Versión preliminar para revisión (cuarta edición). Pronatura Noroeste-Mar de Cortés; Wildcoast; Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada; Comunidad y Biodiversidad A.C.; Conservation International México A.C.; Departamento de Fauna Silvestre, Pesquerías y Biología de la Conservación de la Universidad de California en Davis; Ejido Ganadero y Turístico "Tierra y Libertad"; Grupo de Ecología y Conservación de Islas A.C.; Investigación y Conservación de Mamíferos Marinos de Ensenada A.C.; ProEsteros, Lagunas y Marismas de las Californias S.C.; Sociedad de Historia Natural Niparajá A.C.; Universidad Autónoma de Baja California Sur; WWF-Programa México. 143 pp. + 3 anexos.

Enkerlin-Hoeflich E, Gallina-Tessaro M, Peña-Jinénez A, Herzig-Zurcher M, Muñoz-Cortés C, Ayala-Rogel J. 2006. *Mexico's priority wetlands*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, DF. 80 pp.

Enríquez-Andrade R, Danemann G. 1998. Identificación y establecimiento de prioridades para las acciones de conservación y oportunidades de uso sustentable de los recursos marinos de la Península de Baja California. Reporte técnico de proyecto, presentado al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza. Pronatura Península de Baja California. Ensenada, BC. 77 pp + un disquette.

FONATUR (Fondo Nacional de Fomento al Turismo). 2003. *Escalera Náutica del Mar de Cortés*. México, DF. 136 pp.

Lindsay GE. 1947–1948. A cruise in the Gulf of California. *Cactus and Succulent Journal*. Part I: 19(12): 182–186; Part II: 20(1): 7–9; Part III: 20(2): 17–20.

Copyrighted material

Lindsay GE. 1962. The Belvedere expedition to the Gulf of California. *Trans. San Diego Soc. Nat. His.* 13(1): 144.

Lindsay GE. 1964. Sea of Cortez expedition of the California Academy of Academy of Sciences, June 20–July 4, 1964. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 30(11): 211–242.

Lindsay GE. 1966. The Gulf Islands expedition of 1966. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 30(16): 309–355.

Lindsay GE. 1970. Some natural values of Baja California. Pacific Discovery 23(2): 1–10.

Poder Ejecutivo Federal. 1963. Decreto por el que se declara zona de reserva natural y refugio para la fauna silvestre, la Isla de Tiburón, situada en el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación*. 15 de marzo de 1963.

Poder Ejecutivo Federal. 1964. Decreto que declara zona de reserva natural y refugio de aves a Isla Rasa, estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación* 30 de mayo de 1964.

Poder Ejecutivo Federal. 1978. Decreto por el que se establece una zona de reserva y refugio de aves migratorias y de la fauna silvestre en las islas que se relacionan, situadas en el Golfo de California. *Diario Oficial de la Federación* 2 de agosto de 1978.

Poder Ejecutivo Federal. 1980. Decreto por el que por causa de interés público se establece zona de protección forestal y refugio de la fauna silvestre la región conocida con el nombre de Valle de los Cirios, en la vertiente central de la Península de Baja California. *Diario Oficial de la Federación* 2 de junio de 1980.

Poder Ejecutivo Federal. 1992. Acuerdo Presidencial de Creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). *Diario Oficial de la Federación*. 16 de marzo de 1992.

Poder Ejecutivo Federal. 2005a. Aviso mediante el cual se informa al público en general que están a su disposición los estudios realizados para justificar la expedición del decreto por el que se pretende declarar como área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera, la zona conocida como Bahía de los Ángeles-Canales de Ballenas y Salsipuedes, localizada frente a la costa oriental de la Península de Baja California. *Diario Oficial de la Federación* 3 de junio de 2005.

Poder Ejecutivo Federal. 2005b. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de parque nacional, exclusivamente la zona marina que circunda al complejo insular conocido como Archipiélago de San Lorenzo, ubicada en el Golfo de California, frente a las costas del Municipio de Ensenada, Estado de Baja California, con una superficie total de 58,442-80-45.40 hectáreas. *Diario Oficial de la Federación*. 25 de abril de 2005.

Copyrighted material

Poder Ejecutivo Federal. 2007. Decreto por el que se declara área natural protegida, con la categoría de reserva de la biosfera, la zona marina conocida como Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes, comprendiendo la zona federal marítimo terrestre correspondiente a la porción de la costa oriental de la península de Baja California, ubicada frente al Municipio de Ensenada, en el Estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación*. 5 de junio de 2007.

SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transporte). 2004. Título de Concesión otorgado en favor de Marina de los Ángeles, SA de CV, para usar y aprovechar bienes de dominio público de la Federación, consistentes en zona marítima para la construcción y operación de una marina, de uso particular, en Bahía de los Ángeles, Municipio de Ensenada, Estado de Baja California. *Diario Oficial de la Federación*. 13 de mayo de 2004 (74–81).

SDNHM (San Diego Natural History Museum). 1996. An interview with George Lindsay. Transcripción inédita de una grabación en cinta magnética realizada por Michael W. Hager. San Diego Natural History Museum. San Diego, California. February 19, 1976.

SECTURE (Secretaría de Turismo del Estado de Baja California). 2005. *Plan Estratégico de Turismo Baja California, Visión 2025*. Mexicali, BC. 103 pp.

Soulé ME, Wilcox B. 1980. *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*. Sinauer Associates Inc., New York. 395 pp.

Tobias SH. 1968. Refugio de aves acuáticas migratorias Isla Rasa, B.C. Direccion General de la Fauna Silvestre. México, D.F.

Velarde E. 1988. Baja's kingdom of the sea. *Animal Kingdom* 91(4): 24–31.

Velarde E. 1993. Predation on nesting birds larids by Peregrine Falcons at Rasa Island, Gulf of California, Mexico. *Condor* 95: 706–708.

Velarde E, Anderson DW. 1994. Conservation and management of seabird islands in the Gulf of California. Setbacks and successes. En: DN Nettleship, J Burger, M Gachfeld (eds.). *Seabirds on Islands: threats, case studies and action plans*. Birdlife Conservation Series No. 1. Bird Life International. Cambridge, UK.

Velarde E, Ezcurra E. 2002. Breeding dynamics of Heermann's Gulls. En: T Case, M Cody, E Ezcurra (eds.), *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press, Oxford. Pp. 313–325.

Velarde E, Anderson DW, Beebe SB. 1985. *Conservation of the islands in a desert sea. Management and planning proposal for the Sea of Cortez and its islands*. University of California-Davis, Publications. 16 pp.

Velarde E, Tordesillas MS, Vieyra L, Esquivel R. 1994. Seabirds as indicators of important fish populations in the Gulf of California. *CALCOFI Rep*. 35: 137–143.

Copyrighted material

Velázquez-Noguerón V. 1969. Aves acuáticas migratorias en Iisla Rasa, BC. Dirección General de la Fauna Silvestre. México, DF.

Vermeer K, Irons DB, Velarde E, Watanuki Y. 1993. Status, conservation, and management of nesting Larus gulls in the North Pacific. En: *The status, ecology, and conservation of marine birds of the North Pacific*. Canadian Wildlife Service. Special Publications. Ottawa, Canada. Pp. 131–139.

Vidal N. 1967. Aportación al conocimiento de Isla Rasa, Baja California. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF. 48 pp.

Villa BR. 1983. Isla Rasa Paradigma. En: *Memorias del Simposio sobre Fauna Silvestre*. UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, y Asociación de Acuarios y Zoológicos de México. México, DF. Pp. 56–78.

Villa BR, Treviño MA, Herzig-Z M, Valdéz M, Davis-T G, Manieux M, López-Forment W. 1979. Informe de los trabajos de campo en Isla Rasa, Mar de Cortés, Baja California Norte durante la temporada de reproducción de las Aves Marinas, correspondiente a 1977. En: *Memorias del III Simposio Binacional sobre el Medio Ambiente del Golfo de California*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial No. 14. Pp. 82–87.

Villa BR, Treviño MA, Herzig M, Valdez M, Davis G, Manieux M, López-Forment. W. 1980. Informe de los trabajos de campo en la Isla Rasa, Mar de Cortés, Baja California Norte, durante la temporada de reproducción de las aves marinas, correspondiente a 1977. *Calafia* (Revista de la Dirección de Extensión Universitaria, UABC) 4(2): 25–30.

Walker LW. 1951. Sea birds of Isla Raza. *Nat. Geo.* 99: 239–248.

Walker LW. 1965. Baja's island of birds. *Pac. Disc.* 18: 27–31.

Wiggins IL. 1962. Investigations in the natural history of Baja California. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 30(1): 1–45.

World Bank. 1992. *World development report 1992*. Development and environment. Oxford University Press. New York, EUA. 308 pp.

Comunicaciones personales

Ochoa Fernando. 2007. Defensa Ambiental del Noroeste. Ensenada, Baja California.

Copyrighted material

Copyrighted material

Los autores

Octavio Aburto-Oropeza
Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Apartado postal 19-B. La Paz, BCS, 23090, México.
Correo-e: octavioaburto@gmail.com

Patricia Aceves-Calderón
Escuela de Humanidades. Universidad Autónoma de Baja California. Calzada Tecnológico No. 14418, Mesa de Otay. Tijuana, BC, 22390, México.
Correo-e: pat_aceves@uabc.mx

Saúl Álvarez-Borrego
Departamento de Ecología. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Carretera Tijuana–Ensenada Km. 107. Ensenada, BC, 22860 México.

Daniel W. Anderson
Department of Wildlife, Fish, & Cons. at Biology University of California, Davis, CA, 95616, EUA. Correo-e: dwanderson@ucdavis.edu

Eduardo F. Balart
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23090, México.
Correo-e: ebalart04@cibnor.mx.

Sergio Alfredo Barocio-León
Pronatura Noroeste, A.C., Calle Décima N° 60, Ensenada, BC, 22800, México.

Copyrighted material

Julia Bendímez-Patterson
Centro en Baja California, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Avenida Reforma No. 1333, Colonia Nueva, Mexicali, BC, 21100, México.

Hans Bertsch
Research Associate, California Academy of Sciences, 192 Imperial Beach Blvd. # A, Imperial Beach, CA, 91932, EUA. Correo-e: hansmarvida@sbcglobal.net

Thomas Bowen
Department of Anthropology, California State University, Fresno, and The Southwest Center, University of Arizona, 28 Pinto Lane, Lander, Wyoming, 82520, EUA.

Luis Eduardo Calderón-Aguilera
Departamento de Ecología, División de Oceanología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México

Nirari Cárdenas-Torres
The Nature Conservancy, Novena e Iturbide 896-15, Plaza Santa Lucía, Col. Obrera, Ensenada, BC, 22830, México.

Micheline Cariño Olvera
Departamento de Humanidades, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, La Paz, BCS, 23090 México.
Correo-e: irda@mexico.com

Tereza Cavazos
Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México.
Correo-e: tcavazos@cicese.mx

Carlos E. Cintra-Buenrostro
Department of Geosciences, University of Arizona, Gould-Simpson Building, Room 334, 1040 E 4th Street, Tucson, AZ, 85721, EUA.

Gabriela Cruz-Piñón
Animal and Plants Sciences, The University of Sheffield, Western Bank, Alfred Denny Building, S10 2TN, Sheffield, Reino Unido. Correo-e: g.cruz@sheffield.ac.uk

Gustavo D. Danemann
Pronatura Noroeste, A.C., Calle Décima N° 60, Zona Centro. Ensenada, BC, 22800, México. Correo-e: gdanemann@pronatura-noroeste.org

Copyrighted material

Luís A Delgado-Argote
División de Ciencias de la Tierra, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México.
Correo-e: ldelgado@cicese.mx

Roberto Enríquez-Andrade
Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana-Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México.

Julio Espinoza-Ávalos
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California y ECOSUR, Apartado postal 424, Chetumal, QRoo, 77000, México.

Exequiel Ezcurra
San Diego Natural History Museum, 1788, El Prado, San Diego, CA, 92101-1624, EUA.

Luís Galindo-Bect
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México.

Alberto Gálvez-Telles
Instituto de Investigaciones Oceanológicas y Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México.

T. Todd Jones
Department of Zoology, University of British Columbia, 6270 University Blvd., Vancouver, BC, V6T 1Z4, Canadá.

Gisela Heckel
Departamento de Ecología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México. Correo-e: gheckel@cicese.mx

Adriana González-Azcárraga
Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, La Paz, BCS, 23080, México.

Alonso González-Cabello
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, BCS, 23090, México.

Copyrighted material

Saúl González-Romero
Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, La Paz, BCS, 23080, México.

María Dinorah Herrero-Pérezrul
Departamento de Pesquerías y Biología Marina, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23096, México.
Correo-e: dherrero@ipn.mx

Beatriz Jiménez de Reséndiz
Campo Archelon, Apartado postal 135, Ensenada, BC, 22800, México.

Paloma Ladrón de Guevara
CICESE, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México.

Robert Lovich
Department of Natural Sciences, Loma Linda University, Loma Linda, California, CA, EUA.

Clark R. Mahrdt
Herpetology Department, San Diego Natural History Museum, 1788 El Prado San Diego, CA, 92101-1624, EUA.

Ismael Mascareñas Osorio
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23090, México.

Alf E Meling-López
DICTUS-Universidad de Sonora, Apartado postal 1819, Hermosillo, Son, 83000, México.

María del Socorro Muñoz-Ramírez
Centro Pronatura de Información para la Conservación, Pronatura Noroeste, A.C., Calle Décima N° 60, Zona Centro, Ensenada, BC, 22800, México.
Correo-e: smunoz@pronatura-noroeste.org

Hem Nalini Morzaria-Luna
Centro Intercultural de Estudios de Desiertos y Océanos, A.C., Apartado postal 53, Puerto Peñasco, Son, 83550, México.
Correo-e: hmorzarialuna@gmail.com

Wallace J. Nichols
The Ocean Conservancy, PO Box 324, Davenport, CA, 95017, EUA.

Copyrighted material

Fernando Ochoa-Pineda
Programa de Conservación de Tierras Privadas, Pronatura Noroeste, A.C. Calle Décima #60, Zona Centro, Ensenada, BC, 22800, México. Correo-e: ferochoa@pronatura-noroeste.org

Javier Orduña-Rojas
CIIDIR-IPN, Unidad Sinaloa, Blvd. Juan de Dios Bátiz Paredes # 250, Guasave, Sin, 81101, México.

Isaí Pacheco-Ruíz
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22800, México. Correo-e: isai@uabc.mx

Eduardo Palacios-Castro
CICESE (Unidad La Paz), Miraflores #334, e/Mulegé y La Paz, Fracc. Bellavista, La Paz, BCS, 23050, México. Correo-e: epalacio@cicese.mx

Antonio Reséndiz Hidalgo
Campo Archelon, Apartado postal 135, Ensenada, Baja California, 22800, México.

Héctor Reyes Bonilla
Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, La Paz, BCS, 23080, México. Correo-e: hreyes@uabcs.mx

Hugo Riemann
Departamento de Estudios Urbanos y del Medio Ambiente, El Colegio de la Frontera Norte, km 18.5 Carretera Escénica Tijuana – Ensenada, Tijuana, BC, 22709, México. Correo-e: riemann@colef.mx

Rafael Riosmena-Rodríguez
Programa de Investigación en Botánica Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, La Paz, BCS, 23080, México.

Eric W. Ritter
Bureau of Land Management,355 Hemsted Drive, Redding, CA, 96002, EUA.

Natalie Rodríguez-Dowdell1
APFF "Islas del Golfo de California", Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Avenida del Puerto No. 375, Local 25, Fraccionamiento Playas de Ensenada, Ensenada, BC, 22800, México.

Copyrighted material

Lorenzo Rojas-Bracho
Instituto Nacional de Ecología, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22860, México. Correo-e: lrojas@cicese.mx

Aracely Rojas-Sierra
Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Apartado postal 19-B, La Paz, BCS, 23080, México.

Jeffrey A. Seminoff
Southwest Fisheries Science Center, National Oceanic and Atmospheric Adm., 8604, La Jolla, Shores Dr. La Jolla, CA, 92037, EUA.
Correo-e: jeffrey.Seminoff@noaa.gov

Carolina Shepard-Espinoza
Museo de Historia, Naturaleza y Cultura de Bahía de los Angeles, Domicilio conocido, Bahía de los Ángeles, BC, México.
Correo-e: bahiamuseum@starband.net

Fermín Smith-Guerra
Programa de Conservación Marina y Pesca Sustentable. Pronatura Noroeste. A.C. .Calle Décima N° 60, Ensenada, BC, 22800, México.

Esteban Torreblanca-Ramírez
Programa de Conservación Marina y Pesca Sustentable, Pronatura Noroeste, A.C., Calle Décima N° 60, Ensenada, BC, 22800, México.
Correo-e: etorreblanca@pronatura-noroeste.org

Víctor M. Valdez-Ornelas
Programa de Conservación Marina y Pesca Sustentable, Pronatura Noroeste, A.C., Calle Décima N° 60, Ensenada, BC, 22800, México.

Enriqueta Velarde
Centro de Ecología y Pesquerías, Universidad Veracruzana, Hidalgo 617, Col. Río Jamapa, Boca del Río, 94290, Ver, México.

Ricardo Vidal-Talamantes
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja, California Carretera Tijuana-Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22760, México.

Miguel Ángel Vargas-Téllez
Programa de Conservación de Tierras Privadas, Pronatura Noroeste, A.C., Calle Décima #60, Ensenada, Baja California, 22800, México.
Correo-e: mvargas@pronatura-noroeste.org

Copyrighted material

Carlos Viesca-Lobatón
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mar Bermejo 195, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz, BCS, 23090, México.
José A. Zertuche-González
Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera Tijuana–Ensenada km 107, Ensenada, BC, 22800, México.

Revisores científicos

Alejandro Acevedo-Gutiérrez
Biology Department. Western Washington University
Xavier Basurto
University of Arizona
Julia Bendímez-Patterson
Centro en Baja California. Instituto Nacional de Antropología e Historia
Francisco Benítez Villalobos
Universidad del Mar
Luis Bourillón
Comunidad y Biodiversidad A.C.
Thomas Bowen
The Southwest Center. University of Arizona
Nora Bringas Rábago
Colegio de la Frontera Norte
Stephen Cairns
Department of Invertebrate Zoology. Smithsonian Institution
Micheline Cariño Olvera
Departamento de Ciencias Sociales Universidad Autónoma de BCS
Roberto Carmona Piña
Departamento de Biología Marina Universidad Autónoma de BCS
Gerardo Carrasco Nuñez
Centro de Geociencias. Universidad Nacional Autónoma de México
Rubén Castro
Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California

Copyrighted material

Gustavo de la Cruz Agüero
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
José de la Cruz Agüero
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
Shireen Fahey
Department of Invertebrate Zoology. California Academy of Sciences
Luis Farfán
Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada
Lloyd Findley Talbott
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C.
Felipe Galván Magaña
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
Susan Gardner
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Diane Gendron
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
Martín Gutiérrez Lacayo
Programa de Conservación de Tierras Pronatura A.C.
Phil Hastings
Scripps Institution of Oceanography
Gustavo Hernández Carmona
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas,
Instituto Politécnico Nacional
Dinorah Herrero
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
Brad Hollingsworth
Department of Herpethology. San Diego Natural History Museum
Silvia Ibarra Obando
Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada
Carlos Lazcano Sahagún
Ensenada, Baja California
Don Laylander
ASM Affiliates, Inc.
Rubén Lara Lara
Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada

Copyrighted material

Jorge Ledesma Vazquez
Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California
José León de la Luz
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Roberto Lindig Cisneros
Centro de Investigaciones en Ecosistemas Universidad Nacional Autónoma de México
Ramón López Pérez
Universidad del Mar
Roberto Millán Nuñez
Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California
Sofía Ortega García
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
Alejandro Palafox Muñoz
División de Desarrollo Sustentable Universidad de Quintana Roo
Litzia Paul Chávez
Departamento de Biología Marina Universidad Autónoma de BCS
Francisco Pedroche
Departamento de Hidrobiología. Universidad Autónoma de México
Germán Ponce Díaz
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste
Mauricio Ramirez Rodriguez
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional
Jon Rebman
Department of Botany. San Diego Natural History Museum
Hector Reyes Bonilla
Departamento de Biología Marina Universidad Autónoma de BCS
Erik W. Ritter
Research Associate. University of California, Berkeley
Francisco Solís Marin
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México
Jorge Urbán Ramírez
Departamento de Biología Marina Universidad Autónoma de BCS
Enriqueta Velarde
Centro de Ecología y Pesquerías Universidad Veracruzana

Copyrighted material

Erik Mellink
Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada
Juan Vaca
Facultad de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California
Oscar Sosa Nishizaki
Centro de Investigación Científica y Estudios Superiores de Ensenada
Manjula Tiwari
Southwest Fisheries Center, National Oceanic and Atmospheric Agency
Carlos Villavicencio Garayzar
Departamento de Biología Marina. Universidad Autónoma de BCS

Bahía de Los Ángeles:
recursos naturales y comunidad.
Línea base 2007, editado por
Gustavo D. Danemann y Exequiel Ezcurra,
se terminó de imprimir y encuadernar en los talleres de
Impresora y Encuadernadora Progreso, S.A. de C.V. (IEPSA),
Calzada de San Lorenzo 244,
09830, México, D.F., durante el mes
de julio de 2008.

La coordinación editorial y la composición tipográfica
estuvieron a cargo de la Dirección de Publicaciones del INE

Se tiraron 500 ejemplares

Copyrighted material